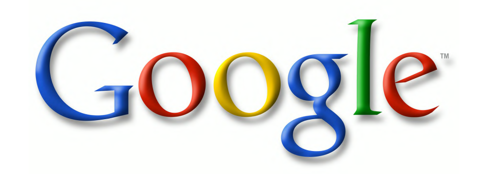
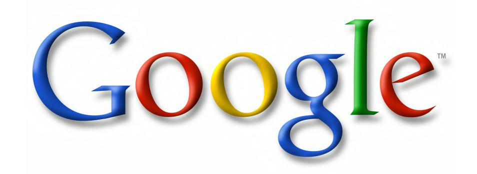






BEITRÄGE

ZUR

PHYSIOLOGIE DER DARMBEWEGUNG

VON

DR. OTTO NASSE.

MIT 6 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1866.






LANE
MEDICAL
LIBRARY
LEVI COOPER LANE FUND

BEITRÄGE

ZUR

PHYSIOLOGIE

DER DARMBEWEGUNG

VON

DR. OTTO NASSE.

MIT SECHS FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1866.

INHALT.



I.

Einleitung (Plan und Methode).

Die letzten Jahre sind ungemein reich gewesen an Arbeiten, welche die Thätigkeit des Herzens, deren Abhängigkeit von dem Nervensystem und insbesondere den Einfluss gewisser in den Körper oder direct in das Blut eingeführter Substanzen auf dieselbe zum Gegenstand hatten. Wenn diese Untersuchungen uns auch noch keine vollständige Klarheit über die Physiologie der Herzbewegung verschafft haben, so haben sie dieselbe doch so weit gefördert, dass bei einem Blick auf ein anderes, ebenfalls mit einem eigenen, unserem Willen entzogenen Muskelapparat, und mit eigenen nervösen Apparaten ausgestattetes Organ, dieses letztere, — der Darmcanal nämlich, — als allzusehr vernachlässigt erscheinen muss. Jeder auch noch so kleine Beitrag zur Physiologie der Darmbewegung dürfte deshalb willkommen sein, und in diesem Sinne bitte ich auch die folgenden Beiträge aufzufassen, und ihre durch die Schwierigkeiten der Untersuchung bedingte Unvollständigkeit zu entschuldigen. Diese Schwierigkeiten liegen nicht allein darin, dass die Untersuchung ein sehr reiches Material erfordert, sondern hauptsächlich in der Unvollkommenheit der anzustellenden Experimente. Während es bei Studien über die Thätigkeit des Herzens meist genügt auf die Zahl der Pulsschläge zu achten und die Höhe des Blutdruckes zu messen, heftigere Eingriffe in das Leben des Thieres, überhaupt andere als zu dem Expe-

riment selbst gehörende Störungen fast gänzlich vermieden werden, oder andererseits kaltblütige Thiere zu den Experimenten verwendet werden können, gestalten sich diese rein äusseren Bedingungen bei dem Darmcanal ganz anders. Die Eröffnung der Bauchhöhle ist ein Eingriff, dessen Folgen bei den fast allein brauchbaren warmblütigen Thieren nur zu bald fühlbar wird. Es ist allerdings vorgeschlagen worden, so von Eduard Weber[1]), die Därme von dem *Peritoneum* bedeckt zu lassen, da durch diese so durchsichtige Membran die Bewegungen fast ungehindert beobachtet werden können, allein in den meisten Fällen ist von dieser Methode kein Gebrauch zu machen, nicht nur wenn an den Nerven oder Gefässen der Unterleibshöhle eine Operation nöthig ist, sondern schon wenn man auch die tieferen, gewöhnlich bedeckten Theile des Darmcanals mit in die Untersuchung hineinziehen will. Von den schädlichen Folgen der Eröffnung der Bauchhöhle hebe ich als die wichtigsten folgende drei hervor, die ihre nähere Erklärung indess zum Theil erst in den spätern Abschnitten finden werden. Zunächst wirkt die Kälte anfangs erregend auf den Darmcanal, später seine Erregbarkeit herabsetzend. Ihr Einfluss ist es, der durch Erhalten des *Peritoneum* am wenigsten vermieden werden kann; bemerkt man doch schon an Kaninchen, die einfach auf dem Rücken liegend ausgestreckt auf einem Brette befestigt sind, binnen sehr kurzer Zeit eine bedeutende Abkühlung des Bauches. Eine zweite Folge ist das Austrocknen der obersten Darmschlingen, das in ähnlicher Weise wie die Abkühlung wirkt. Beide Uebelstände lassen sich kaum vermeiden durch zeitweises Bedecken der Eingeweide mit warmen Tüchern. Es wirkt ein solches Verfahren sogar oft noch in sofern schädlich, als beim jedesmaligen Abnehmen der Bedeckung die Reize von Neuem wirken, und man somit genöthigt ist eine Zeit lang zu

1) Handwörterbuch der Physiologie, Art. Muskelbewegung.

warten, um mit Sicherheit eine Beobachtung anstellen zu können. Endlich drittens stellt sich einige Zeit nach dem Oeffnen der Bauchhöhle eine Blutüberfüllung, eine wahre *Plethora abdominalis* ein, die meiner Ansicht nach, abgesehen von dem dadurch entstehenden mechanischen Hinderniss für die Bewegungen, wesentlich durch die zugleich sich anhäufende Kohlensäure einen lähmenden Einfluss ausübt. Die Gefässe werden nämlich nicht allein voll, sondern das Blut in denselben wird auch allmählich immer dunkler. Gleichzeitig wird natürlich der Oberkörper blutleer, wovon man sich unter Anderem an der fast ganz zusammengefallenen *Vena jugularis externa* überzeugen kann. Das Thier wird inzwischen ganz apathisch, lässt den Kopf hängen, der sonst besonders von den Kaninchen stets fest angezogen wird, und stirbt, ich möchte fast sagen allmählich, das heisst meist ganz unvermerkt, indem Athem- und Herzbewegungen schwächer und schwächer werden, und schliesslich ganz aufhören. Es geht hieraus hervor, dass man die Versuche so rasch wie möglich anstellen, die Dauer derselben so kurz wie möglich machen muss, leider ist man aber meist nicht im Stande diesen Rath zu befolgen, da man bei der Präparation von Nerven, um Verletzungen derselben oder benachbarter Nerven und Gefässe, um Druck und Zerrung des Darmes zu vermeiden, mit der äussersten Vorsicht verfahren muss, und so die angeführten Schädlichkeiten Zeit für ihre Einwirkung gewinnen.

Die in dem Folgenden mitgetheilten Untersuchungen, die ich im Laufe der letzten 1½ Jahre in dem physiologischen Laboratorium zu Marburg ausgeführt habe, hatten ursprünglich nur den Zweck Beiträge zur Physiologie der Darmwandganglien zu liefern, insbesondere den Einfluss der Blutcirculation und gewisser, chemisch differenzirter Stoffe auf dieselben zu erforschen. Es wurde indess hierbei nothwendig auch die anderen, von und zu dem Darme tretenden Nerven specieller

zu berücksichtigen, frühere Angaben über das Verhalten derselben zu prüfen, und neue Experimente an denselben anzustellen. Die durch die letzteren gewonnenen Resultate müssen füglich vorangestellt werden, und sollen daher sogleich in dem nächsten Abschnitt zur Sprache kommen, ohne dass derselbe aber alseine Zusammenstellung Alles von den Nerven des Darmcanals bekannten aufgefasst werden kann. In den folgenden beiden Abschnitten wird dann der Einfluss der Circulation und die Wirkung verschiedener in das Blut eingeführter Substanzen (Gifte) auf das Bewegungsorgan des Darmcanals einer Betrachtung unterzogen werden.

Es mögen hier nur zunächst noch ein paar Worte über die Versuchsmethode im Allgemeinen Platz finden. Als Versuchsthiere habe ich fast ausschliesslich Kaninchen verwendet, weil bei ihnen, wie überhaupt bei den *Herbivoren* die Bewegungen des Darms, besonders des Dünndarms stärker sind. Allerdings lässt es sich nicht läugnen, dass die bereits bestehenden oder aus unbekannten Gründen plötzlich auftretenden oder sich verstärkenden Bewegungen störend einwirken und das Resultat unsicher machen können, daher man nicht mit Unrecht für die Fälle, in denen es sich um Vermehrung der Bewegung handelt, die *Carnivoren* und nur für die entgegengesetzten Fälle die *Herbivoren* vorgeschlagen hat; allein es ist fast immer möglich sich durch sorgfältig und wiederholt angestellte Versuche vor Täuschungen zu bewahren. Nur in wenigen, stets besonders erwähnten Fällen habe ich daher an Hunden oder Katzen experimentirt. Neugeborene oder mehrere Tage, ja selbst einige Wochen alte Thiere, besonders aber neugeborene *Carnivoren* eignen sich so gut wie gar nicht zu derartigen Versuchen, der Darmcanal reagirt selbst auf die stärksten directen Reizungen fast gar nicht. Das einzige Mittel denselben zu anhaltenden Bewegungen zu veranlassen, besteht in dem Einspritzen von hellrothem defibrinirtem Blut in die Gefässe des eben getödte-

ten Thieres, ein Verfahren, von dem noch später öfters die Rede sein wird.

Zur Anstellung des Versuches wurde das Thier auf einem mit einer Metallrinne versehenen Versuchsbrette an den vier Extremitäten befestigt, die Bauchhöhle durch einen in der *Linea alba* von der *Symphysis ossium pubis* bis zum *Processus ensiformis sterni* verlaufenden Schnitt geöffnet. Je nach Bedürfniss musste noch ein Querschnitt durch die Bauchwandungen einer oder beider Seiten hinzugefügt werden. In den wegen Erkaltung der Gedärme und zur Erholung des Thieres nothwendigen Pausen zog ich die Bauchdecken sorgfältig wieder über die Gedärme und vereinigte dieselben in der Mitte durch Klammern, welche Büschel Haare von beiden Seiten fassten, so vollständig wie möglich. Endlich wurden noch gewärmte, öfters gewechselte Tücher auf den Bauch gelegt. Ueber den Werth dieses Verfahrens ist indess das oben gesagte zu vergleichen. Um Stoffe in das Blut einzuführen, habe ich, einige besonders hervorgehobene Fälle von Injectionen in die Mesenterialarterien ausgenommen, stets eine der *Venae jugulares externae* benutzt. Mitunter habe ich die Thiere vor der Operation opiatisirt durch Injiciren von 1 bis 1,5 grm. *tinct. op. simpl.* in das Blut. Die eigenthümlichen, später ausführlich zu besprechenden Wirkungen des Opiums auf den Darm machen die Anwendung desselben allerdings nicht immer zulässig. Sehr günstig ist aber, dass die Dauer derselben nur sehr kurz ist, so dass man bei länger währenden Operationen, Präpariren von Nerven u. dergl., von der so bedeutenden Erleichterung doch Nutzen ziehen kann. Bei dieser so einfachen Versuchsmethode halte ich es für überflüssig alle Protocolle der Versuche, deren Zahl nahe an 80 reicht, ausführlich mitzutheilen, zumal wenn die Erscheinungen eclatant sind. Nur in wenigen Fällen sollen sie zur Erleichterung des Verständnisses aufgenommen werden.

II.

Die Abhängigkeit der Darmbewegung von dem Nervensystem.

Um bei der Schilderung der physiologischen Thätigkeit der Nerven des Darmcanals, deren anatomische Verhältnisse schon äusserst verwickelt sind, in einer gewissen, freilich wie jede Eintheilung des Nervensystems ziemlich willkürlichen Ordnung zu verfahren, die hier nur den einen Vortheil hat die Wiederholungen auf ein Minimum zu beschränken, werde ich mit dem sympathischen Nervensystem, jedoch mit Ausschluss der Ganglien beginnen, dann kurz den *Vagus* behandeln, und schliesslich die für den Darmcanal in Betracht kommenden Centralorgane besprechen.

1. Die sympathischen Nerven.

Da vom *Sympathicus colli* behauptet worden ist, dass Erregung desselben Bewegungen des Magens veranlasse, und es also möglich war, dass auch der Darmcanal auf dieselbe reagirte, so habe ich öfters den durchschnittenen *Sympathicus colli* bei Kaninchen mit mittelstarken tetanisirenden Strömen gereizt. (Ich bediente mich zu diesem Zwecke, wie überhaupt zu allen Reizungen, wenn nichts besonderes bemerkt wird, des du Bois'schen Inductionsapparates und Schlüssels). Niemals zeigt sich hierbei, wenn nur der Versuch so angestellt wird, dass

Stromschleifen auf den *N. vagus* vollständig vermieden werden, eine wenn auch noch so unbedeutende Bewegung des Magens oder irgend eines anderen Theiles des Intestinalrohres. Vom *Sympathicus colli* stammen also, wie auch CHAUVEAU[1]) durch seine am Pferde angestellten Versuche gezeigt hat, keine motorischen Fasern für den Magen und ebensowenig für den Darmcanal.

Auch auf das obere Ende des durchschnittenen *Sympathicus colli* habe ich die Untersuchung ausgedehnt, da *a priori* kein Grund gegen eine mögliche Anwesenheit von centripetalen Fasern des Darmcanals, insbesondere des Magens in demselben, gegen die Möglichkeit eines Reflexes von diesen Fasern etwa auf die motorischen Fasern des *Vagus* vorhanden zu sein schien. Auch diese Versuche fielen insofern negativ aus, als sie erwiesen, dass im *Sympathicus colli* keine sensitiven Nervenfasern enthalten sind, und kein Reflex auf den *Vagus* auf diesem Wege besteht. Man ist übrigens hier genöthigt mit noch grösserer Vorsicht zu Wege zu gehen, den *Sympathicus* in weiter Ausdehnung zu isoliren, ihn möglichst tief unten am Halse zu durchschneiden, und nur schwache Ströme auf ihn einwirken zu lassen, da leicht durch Stromschleifen auf den nahe liegenden *Vagus* Irrthümer entstehen können.

Gehen wir über zum Grenzstrang des *Sympathicus*, und zwar zunächst zu dem Grenzstrang der Brusthöhle, so stossen wir auf eine merkwürdige Angabe CL. BERNARD's[2]) über das *Ganglion thoracicum primum*. Wenn BERNARD das Ganglion an einem durch einen Nackenstich getödteten Hunde reizte, so sah er Magen- und Darmbewegungen auftreten. Eine nähere Untersuchung lehrte ihm dann, dass der Erfolg derselbe

1) Du nerf pneumogastrique considéré comme agent excitateur des contractions oesophagiennes dans l'acte de la déglutition. Journ. de la physiologie V.

2) Leçons de physiologie experimentale. II. p. 438. Paris 1856.

war, wenn die Verbindung des Ganglion nach Unten, das heisst also mit dem Grenzstrang der Brusthöhle zerstört war, dass also die beobachteten Bewegungen als Reflexbewegungen, durch das Rückenmark vermittelt, anzusehen seien. Eine Reizung des unteren Stumpfes, — des Grenzstranges, — blieb ohne Erfolg. Der letzteren Beobachtung widersprechen verschiedene ältere Angaben von VALENTIN, VOLKMANN[1]) u. A., nach welchen eine Reizung des *Sympathicus* in der Brusthöhle bei getödteten Thieren starke Bewegungen des Magens und Darms veranlassen. Dieser Widerspruch erklärt sich zum Theil, d. h. was den Dünndarm angeht, daraus, dass in den Versuchen, auf die sich die zuletzt erwähnten Angaben stützen, gleichzeitig die *Splanchnici* gereizt sind, deren Reizung aber nach dem Tode, wie man jetzt sicher weiss, stets Bewegungen des Dünndarms bedingt. Die Fasern der *Splanchnici* laufen nun allerdings nicht im Grenzstrange selbst hinab, sondern durchsetzen denselben nur, immerhin werden dieselben aber bei einer elektrischen Reizung des letzteren leicht mitgereizt, wie aus der Lehre von der paradoxen Zuckung hervorgeht.

Vergleiche ich hiermit die Resultate der von mir an dem undurchschnittenen oder durchschnittenen Grenzstrang, mit und ohne Erhaltung der *Splanchnici* angestellten Versuchen, so muss ich mich in dem einem Puncte BERNARD anschliessen und behaupten, dass im Grenzstrang der Brusthöhle keine motorischen Fasern weder für den Magen noch für den Darm überhaupt enthalten sind. Die später mitzutheilenden Versuche über Reizung des entsprechenden Theiles des Rückenmarkes stimmen hiermit überein. Kehren wir aber nun zu den BERNARD'schen Angaben über das *Ganglion thoracicum primum* zurück. Weit davon entfernt einen so geschickten Vivisector eines Irrthums zeihen zu wollen, muss ich doch bei den Kanin-

1) Beitrag zur näheren Kenntniss der motorischen Nervenwirkungen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1845. p. 407.

chen, — Bernard spricht wie erwähnt nur von einem Hunde, — ein solches Verhalten des Ganglions sehr in Frage stellen. Die Gefahr einer Täuschung ist hier der Stromschleifen auf den so nahe liegenden *Vagus* wegen sehr gross, eine Präparation des kleinen, sehr tief liegenden Ganglions äusserst schwer. Mag aber auch das Misslingen dieses wiederholt von mir angestellten Versuches auch bei den Kaninchen noch nicht einfach als negatives Resultat aufgefasst werden, so steht doch jedenfalls fest, dass die in dem Ganglion befindlichen Nervenfasern, deren Reizung nach Bernard reflectorische Bewegung des Magens zur Folge hat, nicht aus dem Grenzstrang der Brusthöhle stammen. Niemals habe ich nämlich bei einer Reizung des oberen Stückes des in geringerer oder grösserer Entfernung von dem Ganglion durchschnittenen Grenzstranges irgend eine Bewegung am Magen oder Darmcanal beobachtet. Bernard äussert sich übrigens selbst nicht weiter über den Ursprung dieser centripetalen Fasern.

Um mich über die Beziehungen des Grenzstranges der Bauchhöhle zu dem Darmcanal zu belehren, verfuhr ich meist so, dass ich den Grenzstrang zu beiden Seiten der Wirbelsäule in verschiedener Höhe durchschnitt, und bald das untere bald das obere Ende reizte. Es blieb das untere Stück bis zu dem Abgang der den *Plexus mesentericus inferior* bildenden Fasern entweder in Verbindung mit dem Rückenmark einerseits und den Gefässen der Bauchhöhle andrerseits, oder es wurden die Verbindungen gelöst, der Grenzstrang also bis an die bezeichnete Stelle präparirt. Je näher nun die Elektroden den Abgangsstellen des *Plexus mesentericus inferior* angelegt wurden, desto sicherer war der Erfolg der Reizung: Contraction des *Colon descendens* und des *Rectum*. Die grösste Menge der Fasern des *Plexus mesentericus inferior* verlässt erst in der Gegend seiner Lage das Rückenmark, (worüber dies zu vergleichen ist,) und durchsetzen nur, ähnlich wie die Splanch-

nicusfasern den Grenzstrang. Dass man nun auch von höher gelegenen Stellen des Grenzstranges Bewegungen der genannten Darmpartieen erhält, ist wieder durch den sich entwickelnden elektrotonischen Zustand zu erklären.

Reizungen des oberen Endes des durchschnittenen Grenzstranges der Bauchhöhle sind ganz erfolglos. Auch die sensitiven Fasern jenes Theiles des Darmcanals gehen, wie später noch auseinanderzusetzen ist, den Grenzstrang durchsetzend direct in das Rückenmark hinein.

Von den einzelnen Nerven des sympathischen Systems bietet offenbar der *Splanchnicus* das meiste Interesse in physiologischer Hinsicht dar durch die in ihm vereinigten Fasern der verschiedensten Art. Beginnen wir mit den hemmenden Fasern des *Splanchnicus*, so brauche ich wohl kaum zu sagen, dass ich mich wiederholt davon überzeugt habe, dass dieselben, wenn sie zur Thätigkeit übergehen, die Bewegung der dünnen Därme zu hemmen vermögen. PFLÜGER[1]), der bekanntlich das Verdienst hat die hemmende Function des *Splanchnicus*, die bis dahin noch zweifelhaft war, mit vollkommener Sicherheit nachgewiesen zu haben, hat die betreffenden Versuche stets an Kaninchen angestellt, die offenbar auch die geeignetsten Thiere für diese Beobachtungen sind. Es gelang, wie PFLÜGER mittheilt, seinem Freunde Dr. C. WESTPHAL nicht an *Carnivoren* (Katzen) den Versuch mit gleichem Erfolge auszuführen, und zwar der absoluten Ruhe der Gedärme wegen, in der dieselben bei den *Carnivoren* zu verharren pflegen. Regt man aber die Bewegungen auf passende Weise an, so gelingt es nach meiner Beobachtung auch bei diesen Thieren leicht sich von dem Aufhören der Bewegung des Dünndarms bei Reizung eines *Splanchnicus* zu überzeugen, wie aus dem hier mitgetheilten Experiment hervorgeht.

1) Ueber das Hemmungs-Nervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857.

Einem fünfwöchentlichen männlichen Hunde wird der Kopf vom Rumpfe getrennt, das Rückenmark seiner ganzen Länge nach zerstört, in die *Aorta thoracica* eine Kanüle befestigt, der linke *Splanchnicus* in grosser Ausdehnung freigelegt, schliesslich die Bauchhöhle geöffnet. Die Gedärme sind in mässig lebhafter Bewegung. Sobald der *N. splanchnicus* tetanisirt wird, hören die Bewegungen der Dünndärme sofort auf, um einige Zeit nach dem Tetanisiren wieder in der früheren Stärke zu beginnen. Die Contractionen des Magens, *Colon* und *Rectum* werden durch die Reizung des *Splanchnicus* gar nicht beeinflusst. Hierauf wird in die *Aorta thoracica* unter einem den normalen Verhältnissen entsprechenden Drucke hellrothes defibrinirtes Kalbsblut injicirt. Sofort wird die Peristaltik auffallend lebhaft. Sie verschwindet im Dünndarm wieder, sobald der *N. splanchnicus* tetanisirt wird.

Die bis dahin vorhandene kleine Lücke in der Physiologie des *Splanchnicus* wird hierdurch ausgefüllt. Es lehrt dieses Experiment aber noch ein zweites, nämlich die Unabhängigkeit der Splanchnicuswirkung von der Circulation im Darmcanal. Dass die hemmende Wirkung des *Splanchnicus* durch die Anämie des Darmcanals gar nicht beeinflusst wird, hatten mir übrigens schon früher angestellte Versuche gezeigt, als ich bei mangelhafter Bewegung der Dünndärme bei Kaninchen dieselbe hervorrief durch Compression der *Aorta abdominalis* dicht unterhalb des Zwerchfelles. Die so entstehenden peristaltischen Bewegungen wurden ebenso wie die in dem eben mitgetheilten Experiment am Hunde beim Oeffnen der Bauchhöhle sichtbaren Bewegungen, die ebenfalls der Anämie ihre Entstehung verdankten, durch Tetanisiren des *Splanchnicus* zum Aufhören gebracht. Nur beiläufig noch die Bemerkung, dass bei der hier erörterten Erscheinung des Sistirens der Bewegungen bei Anämie durch Reizung des *Splanchnicus* ein Vergleich mit dem Aufheben der bei dem Vertrocknen eines

Nerven entstehenden Muskelzuckungen durch Ammoniak nahe liegt. Ich betone diese Wirksamkeit des *Splanchnicus* deshalb, weil PFLÜGER bei Besprechung der Mechanik, durch welche die *Nervi splanchnici* die peristaltischen Bewegungen zu sistiren vermögen, sich bemüht die möglicherweise aufzustellende Hypothese einer Wirkung des *Splanchnicus* durch eine bei Reizung desselben stattfindende Veränderung der Circulation zurückzuweisen. Durch die mitgetheilte Beobachtung ist nun wohl für die Richtigkeit dieser Ansicht ein strenger Beweis geliefert worden.

Es drängt sich bei dieser Gelegenheit die Frage auf, wie gross die Energie des *N. splanchnicus* sei, d. h. bis zu welchem Grade er im Stande sei Bewegungen zu hemmen. Es kann dabei natürlich nicht gedacht werden an ein Aufheben der Contractionen, die durch Gift entstehen, da in diesen Fällen die Verhältnisse sehr verwickelt sind. In der That gelingt es auch nicht Contractionen, die z. B. durch Nicotin hervorgerufen sind, auch wenn sie noch so schwach, durch Tetanisiren der *Splanchnici* zu sistiren. Der durch die Anämie bedingte Reiz wird, wie wir eben gesehen haben, leicht von dem *Splanchnicus* überwunden, anders ist es dagegen bei der Hyperämie, wie folgendes Experiment zeigt.

Ein Kaninchen wird decapitirt, in die *Aorta thoracica* eine Kanüle befestigt, und in dieselbe hellrothes defibrinirtes Kalbsblut von Körperwärme bei einem Drucke von 100 ^{mm} Quecksilber injicirt, während der Abfluss durch Anschneiden der *Vena portarum* befördert wird. Die äusserst lebhaften Bewegungen der dünnen Därme, — auf diese kommt es ja allein an, — hören bei Reizung eines *Splanchnicus* sofort auf. Dann wird der Blutdruck auf 126 ^{mm} gesteigert, und damit auch die Stärke der Peristaltik bedeutend erhöht. Tetanisiren des *Splanchnicus* verringert dieselbe allerdings etwas, jedoch ist der Erfolg nur unbedeutend. Beim Zurückgehen auf den frü-

heren Druck wirkt auch die Reizung des *Splanchnicus* wie das erste Mal. Der Reiz der Hyperämie ist also offenbar zu stark für einen *Splanchnicus*.

Es liegt nun weiter nahe einen Vergleich zwischen der Energie der Hauptbewegungsnerven für den Dünndarm, dem *Vagus* und dem *Splanchnicus* anzustellen. Es ist der betreffende Versuch, eine gleichzeitige und gleichstarke Reizung des *Vagus* und *Sympathicus* auch bereits von LUDWIG und KUPFFER[1]) ausgeführt und zwar mit dem Resultate, dass bei mittelstarken Strömen gar keine Wirkung der Reizung zu beobachten war. Ich habe den Versuch mehrmals an lebenden Thieren und zwar auch wiederholt an demselben Thiere angestellt: jedesmal trat Ruhe des Dünndarms ein, während die vom *Vagus* eingeleiteten Bewegungen des Magens fortdauerten. LUDWIG und KUPFFER haben offenbar einen schon absterbenden *N. splanchnicus* benutzt, und zufällig ein Stadium des Absterbens getroffen, in welchem sich der Einfluss des *Vagus* und des *Splanchnicus* die Waage halten konnten.

Die Ursache, dass die hemmenden Eigenschaften des *Splanchnicus* erst so spät erkannt wurden, liegt bekanntlich darin, dass in den früheren Untersuchungen stets getödtete Thiere benutzt wurden, in denen die hemmenden Fasern bereits ihre Erregbarkeit verloren hatten. Bei diesen nach dem Tode angestellten Versuchen ist mehrfach, und so auch z. B. von LUDWIG und KUPFFER, beobachtet worden, dass durch das Tetanisiren der *Splanchnici* sogar Bewegungen entstehen. PFLÜGER[2]) erklärt nun neuerdings diese Experimente als fehlerhafte, die Bewegungen durch Stromschleifen auf den *Vagus* entstanden. Schon ehe diese Erklärung veröffentlicht war,

---

1) Die Beziehungen der Nervi vagi und splanchnici zur Darmbewegung. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissensch. zu Wien, XXV. p. 580.

2) Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. Berlin 1865.

hatte ich mehrere Versuche gerade über das Absterben des *Splanchnicus* und seine scheinbare Verwandlung in einen motorischen Nerven angestellt, die mich zunächst von der Richtigkeit jener Beobachtung, die indess ja auch PFLÜGER keineswegs leugnet, überzeugten, und sich auf sehr einfache Weise deuten liessen. Einer derselben mag hier aufgenommen werden.

Einem kleinen Kaninchen wird der linke *Splanchnicus* nach Eröffnung des Zwerchfells von der Bauchhöhle aus hoch oben durchschnitten und so weit wie möglich isolirt. Durch das Tetanisiren desselben wird die Bewegung der dünnen Därme sistirt. 31 Minuten nach der Durchschneidung des *Splanchnicus* wird das Thier vermittelst Durchschneiden der Carotiden getödtet. Nun wird die Wirksamkeit der Reizung des *Splanchnicus*, selbstverständlich bei stets gleichbleibendem Rollenabstand, in Zwischenräumen von 45 Secunden geprüft. Etwa 5 Minuten nach dem Tode erfolgt der Stillstand der Därme deutlich schneller als gewöhnlich; dann wird der Erfolg der Reizung geringer, endlich, — 9 Minuten nach dem Tode, — Null. Von diesem Zeitpuncte an werden geraume Zeit hindurch die Bewegungen der dünnen Därme sichtlich durch die Reizung des *Splanchnicus* verstärkt.

Aehnlich lauten die Protocolle der anderen auf dieselbe Weise angestellten Versuche. Man kann die Erregbarkeit der hemmenden Fasern längere Zeit nach dem Tode erhalten durch Injection von hellrothem defibrinirten Blut in die *Aorta thoracica*. So war in einem solchen Falle die Erregbarkeit derselben erst 22 Minuten nach dem Tödten (Köpfen) des Thieres so weit gesunken, dass kein Stillstand mehr durch ihre Reizung zu Wege gebracht wurde. Ich habe indess nie wieder eine erhöhte Erregbarkeit des *Splanchnicus* vor dem Absterben wie in dem mitgetheilten Experimente beobachten können. Bei seltenen Reizungen ist es natürlich leicht möglich dies Stadium der Erregbarkeit zu versäumen.

Was liegt nun näher als zur Erklärung dieser nur scheinbar so räthselhaften Verhältnisse die Anwesenheit noch einer zweiten Art von centrifugalen Fasern, nämlich von motorischen, in dem *N. splanchnicus* anzunehmen, deren Reizung nur so lange die hemmenden Fasern gleichzeitig thätig sind, erfolglos ist. An Stromschleifen auf den *Vagus* scheint mir am wenigsten zu denken zu sein, da der Magen bei Reizung des *Splanchnicus* niemals, weder vor noch nach dem Tode Bewegungen zeigt.

Ueber die Folgen der Durchschneidung der *Splanchnici*, die von PFLÜGER ausführlich erörtert worden sind, habe ich wenig Neues zu bemerken. In der ersten Zeit nach der Durchschneidung ist jedenfalls am Darme Nichts besonderes zu beobachten. Was die spätere Zeit betrifft, so ist hier an eine von LUDWIG und HAFFTER[1]) gemachte Beobachtung über eine sehr ausgebildete Peristaltik einige Tage nach der Durchschneidung zu erinnern. Eine Wiederholung dieser Versuche in genügender Zahl ausgeführt, dürfte wohl noch einige Resultate liefern. Jedenfalls ist es also ganz ungerechtfertigt bei dem Auftreten von peristaltischen Bewegungen des Dünndarms, sie mögen hervorgerufen werden durch was es sei, an eine Lähmung der *Splanchnici* als Ursache derselben zu denken.

Endlich sind nun auch noch einige Worte über die Wirkung von Giften auf den *Splanchnicus* nöthig. KÖLLIKER[2]), der als der Erste die PFLÜGER'schen Versuche wiederholte, vermochte dieselben nicht an opiatisirten Thieren auszuführen, während sie ihm sonst wohl gelangen. An diesem Misslingen muss indess nicht das Opium Schuld gewesen sein, denn auch in starker Narcose habe ich stets die hemmende Wirkung der Splanchnicusreizung constatiren können. Wenn KÖLLIKER

1) Neue Versuche über den Nervus splanchnicus major. Zeitschrift für ration. Medicin. N. F. IV. p. 322.

2) Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. X.

weiter einen lähmenden Einfluss des Curare auf die *Splanchnici* behauptet, indem die Ruhe, die bei Reizung des *Splanchnicus* eintrat, nicht mehr zu Stande kam, sobald das Thier mit Curare vergiftet war, so musste schon ein Vergleich mit den hemmenden Nerven des Herzens, die durch Curare, wenn die Dosen nicht allzugross sind, nicht gelähmt werden, Zweifel an der Richtigkeit dieser Angaben erwecken. Gerade während ich einige Versuche über diesen Gegenstand anstellte, kam mir die Arbeit von BIDDER[1]) in die Hände, aus der ich die mit den von mir gewonnenen Resultaten übereinstimmende Angabe erfuhr, dass wirklich die *Splanchnici* auch durch Curare nicht gelähmt werden.

Der *Splanchnicus* enthält nun aber noch eine dritte Art von Fasern, nämlich centripetale oder sensitive. Die enorme Schmerzhaftigkeit des *Splanchnicus* ist bereits von Anderen, namentlich von LUDWIG und HAFFTER bei der Katze beobachtet worden. Ersterer stellte den *Splanchnicus* in der Schmerzhaftigkeit einem Aste des *Trigeminus* gleich. An Kaninchen habe ich mich ebenfalls von derselben überzeugt, so dass ich nicht recht begreife, wie PFLÜGER[2]) an ihr zweifeln kann. Schon bei dem Durchschneiden des Nerven zucken die Thiere, sie winden sich schmerzhaft und schreien sogar, wenn das centrale Ende des durchschnittenen Nerven gereizt wird. Diese Empfindlichkeit erschwerte mir anfangs bedeutend Versuche, die ich anstellte, um zu erfahren, auf welche centrifugale Fasern eine Erregung der sensitiven Fasern des *Splanchnicus* übertragen werden könne. Glücklicherweise nimmt aber die Empfindlichkeit ziemlich rasch ab mit der Zunahme der allgemeinen Apathie nach Oeffnen der Bauchhöhle. Es ist daher nicht

---

1) Ueber die Unterschiede in den Beziehungen des Pfeilgifts zu verschiedenen Abtheilungen des Nervensystems. Arch. für Anat. u. Physiol. 1865. p. 337.

2) Ueber das Hemmungsnervensystem u. s. w. p. 15.

unmöglich, dass PFLÜGER, der sehr vorsichtig und langsam operirt zu haben scheint, in einem schon sehr vorgeschrittenen Stadium der Apathie den Nerven durchschnitten hat, und sich so seine vorher erwähnte Angabe erklärt. Was nun den weiteren Erfolg von Reizungen des *Splanchnicus* angeht, so existirt, wie ich aus meinen Versuchen schliessen kann, kein Reflex auf Nerven, die zum Darme gehen. Bei der Reizung entstehen Bewegungen des Thieres, wenn das Rückenmark am 5. Brustwirbel (oder auch höher) durchschnitten ist, nur Contractionen der Brust- und Bauchmuskeln, kurz Erscheinungen, wie sie bei der Reizung irgend eines anderen sensitiven Nerven auftreten. Um eine immerhin mögliche Störung durch dieselben zu verhindern, stellte ich den Versuch an einem curarisirten Thiere an, um einen Reflex auf den *Vagus* vielleicht deutlicher zu Gesicht zu bekommen, durchschnitt ich auch den anderen *Splanchnicus*, — Alles stets mit demselben negativen Erfolge.

Ob es andrerseits möglich ist einen Reflex von centripetalen Fasern auf die hemmenden Fasern des *Splanchnicus* aufzufinden, vermag ich nicht zu entscheiden. Vielleicht wird ein solches Verhältniss einmal ebenso zufällig entdeckt wie bei dem Herzen. Die Existenz desselben ist meines Erachtens übrigens kein Postulat. Die hemmenden Fasern der *Splanchnici* könnten auch aus unipolaren, im Rückenmark (auch Gehirn?) gelegenen Nervenzellen entspringen, die nur durch das Blut, sei es chemisch, sei es mechanisch in Thätigkeit versetzt würden.

In den mit den Aesten der grossen Darmarterien zu dem Darme laufenden Nerven, sie mögen der Kürze wegen Mesenterialnerven genannt werden, müssen offenbar die drei von uns in dem *Splanchnicus* nachgewiesenen Arten von Nervenfasern auch enthalten sein. Es gelingt indess nicht wie bei jenen Nerven ihre Thätigkeiten vollkommen getrennt zur Anschauung zu bringen, wie aus dem Folgenden erhellen wird.

Um an diesen Nerven zu experimentiren, habe ich es vorgezogen, dieselben anstatt sie zu isoliren, was ohne Zerrung und Verletzung kaum möglich sein dürfte, sammt den von ihnen umsponnenen Gefässen zu unterbinden, zu durchschneiden und zu reizen. Die durch die Unterbindung der Gefässe bedingte Complication einer Unterbrechung der Circulation ist so gut wie ohne Einfluss, da bei der bekannten Gefässvertheilung am Darm, den starken Anastomosen nämlich, wenn nicht einer der grössten Gefässstämme verschlossen wird, die Circulation nur äusserst unbedeutend gestört wird. Von der Stärke der Anastomosen gibt unter Anderem das heftige Bluten aus dem peripherischen Ende einer durchschnittenen kleineren Mesenterialarterie ein deutliches Bild. F. WILD[1], der Erste, welcher über die Mesenterialnerven Beobachtungen mittheilt, sah bei dem auf diese Weise angestellten Experimente niemals Bewegungen eintreten. F. MARTIN[2] hingegen gibt an, dass die von den betreffenden Gefässen und Nerven versorgten Darmschlingen sofort nach der Unterbindung sich heftig contrahiren. Eine nochmalige Unterbindung desselben Gefäss- und Nervenstammes an einer dem Darme näher liegenden Stelle blieb indess meist erfolglos. Trotzdem steht F. MARTIN nicht an, da er an eine Reizung durch Abschneiden der Blutzufuhr nicht glaubt, den Erfolg der ersten Unterbindung einer Reizung der Nerven zuzuschreiben. Diesen Angaben von F. MARTIN kann ich nicht vollständig beistimmen; nach meinen Versuchen, — um in das Reine zu kommen, habe ich dieselben sehr oft gemacht, — muss ich allerdings zugeben, dass häufig Bewegungen der Unterbindung folgen, aber auch entschieden behaupten, dass sie fast ebenso häufig ausbleiben. Dieses unbestimmte Resultat steht

1) Ueber die peristaltische Bewegung des Oesophagus, nebst einigen Bemerkungen über diejenige des Darms. Zeitschr. f. rat. Med. V. p. 119.

2) Ueber die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals. Dissert. Giessen 1859.

in Einklang mit dem ebenso unsicheren, von F. WILD und F. MARTIN ebenfalls als unsicher anerkannten Erfolge bei elektrischer Reizung der undurchschnittenen oder durchschnittenen Nerven des *Mesenterium.* Ebenso nach dem Tode, auf welche Weise derselbe auch herbeigeführt sein mochte, blieben die Erscheinungen die nämlichen.

Es liegt sehr nahe eine Erklärung für dies Verhalten der Mesenterialnerven darin zu suchen, dass die gleichzeitige Reizung der hemmenden und bewegenden Fasern das Entstehen von Bewegungen verhindere. Der in dem Vorhergehenden erörterte Erfolg der von mir angestellten gleichzeitigen Reizung des *Splanchnicus* und *Vagus* würde gegen einen solchen Erklärungsversuch nicht direct sprechen, da ja in den Mesenterialnerven ausser den Vagusfasern wohl noch andere motorische Fasern, nämlich aus den grossen Bauchganglien enthalten sind. Allein es spricht dagegen die ebenfalls erfolglose Reizung bei getödteten Thieren, unter Umständen also, wo man der bereits vernichteten Erregbarkeit der hemmenden Fasern wegen *a fortiori* Bewegungen erwarten dürfte. Leider bin ich zur Zeit nicht im Stande einen plausibeln Grund für dieses Verhalten der Nerven beibringen, und den Widerspruch zwischen den MARTIN'schen Versuchen und den meinigen erklären zu können.

Ganz einfach und klar sind dagegen die Verhältnisse bei den centripetalen Fasern der Mesenterialnerven. Demgemäss stimmen auch die Angaben über dieselben überein. F. WILD berichtet allerdings nur, dass bei Unterbindung der Nerven mitunter Zuckungen in den Hinterpfoten eintreten, dieselben dürfen aber doch wohl als Schmerzensäusserungen aufgefasst werden. Uebrigens experimentirte F. WILD nur an ätherisirten Thieren. COLIN[1]) erklärt die die Arterien umspinnenden

---

1) Sur la sensibilité des artères viscerales. Compt. rend. LV. p. 403..

Nerven für sehr empfindlich. Zuckende Bewegungen der Thiere habe auch ich fast jedes Mal bei diesem Experimente, sowohl bei Unterbindung als bei elektrischer Reizung der undurchschnittenen wie der durchschnittenen Nerven von dem Darme bis zu den grossen Plexus an den Abgangsstellen der Arterien von der *Aorta* hinauf beobachtet. Die sensitiven Fasern sammeln sich in den *Splanchnicis;* werden die *Splanchnici* durchschnitten, so fehlt die Empfindlichkeit der Mesenterialnerven. Wie sich die beiden *Splanchnici* in den Darm theilen, habe ich nicht verfolgt.

Es ist nun aber dieser Schilderung von dem physiologischen Verhalten der Mesenterialnerven eine dieselbe einschränkende Erklärung nachzusenden. Vollkommene Gültigkeit besitzt sie nur für die Nerven des Dünndarms, für die Nerven des *Colon ascendens* und *transversum* nur in so weit, als die sensitiven Fasern derselben ebenfalls mit in die *Splanchnici* übergehen. Unter den centrifugalen Fasern der Nerven für die genannten Abschnitte des Dickdarms fehlen natürlich die aus den *Splanchnicis* stammenden Fasern, die hemmenden sowohl wie die motorischen. Es gelingt auch mitunter leichter als am Dünndarme Contractionen durch Reizung dieser Nerven hervorzubringen. Wie weit die Schilderung auf die Nervenplexus auf den grossen Baucharterien passt, bedarf hiernach keiner Worte mehr. In gar keinem Zusammenhange mit den letzteren stehen die Nerven des *Colon descendens* und *Rectum.* Sie stammen alle aus einem *Plexus,* der die *Arteria mesenterica inferior* umspinnt. Auf eine Reizung des *Plexus* oder seiner Aeste contrahirt sich jedes Mal und sehr deutlich *Colon descendens* und *Rectum* oder ein betreffender Abschnitt. Die gleichzeitigen Bewegungen des Thieres weisen die Anwesenheit von sensitiven Fasern in denselben nach. Durchschneidung der *Splanchnici* thut der Empfindlichkeit keinen Eintrag.

Endlich muss ich noch einiger Versuche gedenken, die ich

wiederholt angestellt habe, wenn auch stets ohne Erfolg. Ich hielt es nämlich nicht für unmöglich durch Reizung der sensitiven Fasern eines vom Darme getrennten Mesenterialnerven reflectorische Bewegungen in benachbarten Darmschlingen erzeugen, und so vielleicht auch Reflex in den Bauchganglien nachweisen zu können. Allein niemals traten solche auf, auch nicht bei opiatisirten Thieren, bei denen ich wegen Erhöhung der Reflexthätigkeit durch das Opium eher auf einen Erfolg gerechnet hatte. Es geht aus diesen Versuchen, zusammengehalten mit den oben vom *Splanchnicus* mitgetheilten hervor, dass für reflectorische Bewegungen auf Reize, die die Därme treffen, das in deren Wänden gelegene Gangliennervensystem allein wahrscheinlich fast Alles zu leisten im Stande ist.

2. Der *Vagus*.

Von allen Eingeweidenerven ist der *Vagus* am meisten in seinen Beziehungen zu Magen und Darmcanal studirt worden. Da es indess, wie ich oben bereits bemerkt habe, nicht meine Absicht ist eine Zusammenstellung Alles über denselben bekannten zu liefern, meine eigenen Untersuchungen aber weder zu wesentlich neuen Gesichtspuncten geführt haben, noch dieselben so ausgedehnt waren wie bei dem *N. splanchnicus*, so kann ich mich sehr kurz fassen. Uebrigens ist auch schon Manches über den *N. vagus* und seine Aeste in dem vorigen Capitel, besonders in dem Abschnitt über die Mesenterialnerven mitgetheilt und erörtert worden, was ich hier deshalb wohl übergehen darf.

Tetanisiren der *Vagi* am Halse (sowie in der Brusthöhle) hat bei Kaninchen stets starke Contractionen des (*Oesophagus*) Magens, des Dünndarms, in hohem Grade des *Coecum*, ferner des *Colon ascendens* und *transversum* zur Folge. Am *Colon descendens* und *Rectum* ist nie eine Bewegung zu beobachten. Auch bei den Fröschen contrahirt sich der Magen, überhaupt

wird die Darmbewegung etwas lebhafter. Bei fünfwöchentlichen Hunden reagirte kein Theil des Darmcanals auf die Reizung des *Vagus*. Eigenthümlich und bis jetzt unerklärt ist das Phänomen, dass die Contractionen besonders des Magens viel schneller und deutlicher erfolgen nach dem Tode des Thieres als im Leben. Es wäre vielleicht an eine gleichzeitige Reizung von rasch absterbenden hemmenden Fasern für den Magen zu denken. Dass auch bei curarisirten Thieren der *Vagus* in seinen zum Darme gehörigen Fasern noch seine Integrität bewahrt, ist vor Kurzem von GIANUZZI [1]) speciell nachgewiesen, gewiss aber den Meisten, die einmal mit *Curare* gearbeitet, und die Reizbarkeit der verschiedenen Organe und Nerven geprüft haben, längst bekannt.

Der *Vagus* enthält aber auch, wie schon durch VOLKMANN [2]) vor längerer Zeit nachwiesen ist, centripetale Fasern, von denen unter Anderen BULATOWICZ [3]) gezeigt hat, dass sie die Brechbewegungen reflectorisch vermitteln. Nach Durchschneidung der *Vagi* blieb die galvanische Reizung der Magenschleimhaut, welche sonst Bewegungen bedingt, erfolglos. Es ist dies also, wie aus den Untersuchungen von GIANUZZI [4]) deutlich hervorgeht, ein Reflex auf Bauchmuskeln und Zwerchfell. Ein Reflex auf Magen oder Darm findet dagegen nach meinen Versuchen, in denen ich das centrale Ende des einen durchschnittenen *Vagus* am Halse sowohl wie in der Brusthöhle reizte, während der andere unverletzt war, sicher nicht statt. Um die störenden, den Magen verschiebenden Bewegungen des

---

1) Die Wirkung des Curare auf das Nervensystem. Centralblatt für d. med. Wissensch. 1864. N. 21.

2) A. o. a. O.

3) De partibus, quas nervi vagi in vomitu agunt. Dissert. Dorpat 1858.

4) Untersuchungen über die Organe, welche an dem Brechact theilnehmen, und über die physiologische Wirkung des Tartarus stibiatus. Centralbl. für d. med. Wissensch. 1865. N. 1.

Zwerchfells auszuschliessen, vergiftete ich auch einmal vorher das Thier mit *Curare,* der Erfolg war der gleiche. Von grossem Interesse, wenn auch augenblicklich nicht für unseren Gegenstand, ist der von OEHL[1]) gelieferte Nachweis eines Reflexes des *N. vagus* auf die *Chorda tympani.*

3. Die Centralorgane.

Ueber die Beziehungen des Gehirns zu dem Darmcanal, mit denen wir beginnen wollen, findet sich in der Literatur eine Anzahl von Mittheilungen, denen zufolge Reizungen des Gehirns von grossem Einfluss auf die Darmmusculatur sind. Es ist überflüssig dieselben ausführlich wiederzugeben, da die Resultate meiner über diesen Gegenstand angestellten Versuche zu ihnen in vollem Gegensatze stehen. Zum Beweise theile ich die letzteren hier mit.

I. Einem kleinen Kaninchen wird, nachdem die Unterleibshöhle geöffnet worden ist, durch eine kleine Oeffnung in dem Schädeldache eine bis 1 ^{mm} vor der Spitze mit Lack überzogene Elektrode von Messingdraht in das Gehirn durch das *Crus cerebri dextrum* bis auf die Schädelbasis gestossen und unverrückt festgehalten, die andere Elektrode, die in einen dicken feuchten Fliesspapierbausch endet, wird auf dem rechten *Antibrachium* nach Entfernung der Haare fest aufgebunden. Bei schwachem Tetanisiren treten regelmässige Zuckungen in den hinteren Extremitäten ein, an den Bewegungen des Magens und Darmcanals ist gar keine Veränderung zu beobachten. Der Versuch wird mehrmals mit demselben Erfolge wiederholt.

II. Die eine Elektrode wird durch den rechten unteren Lappen des Gehirns gestossen. Alles Uebrige wie bei Versuch I. Sobald tetanisirt wird, stellen sich allgemeine Krämpfe ein, der Darmcanal zeigt in seinen Bewegungen keine Veränderung.

1) Comptes rendus LIX. p. 336.

III. Die Elektrode im Gehirn wird durch das *Corpus quadrigeminum dextrum anterius* und das *Crus cerebri dextrum* gestossen. Die übrigen Versuchsbedingungen wiederum wie oben. Am Darmcanal ist während des Tetanisirens nichts Aussergewöhnliches zu sehen. — Die Elektrode wird aus dem Gehirn gezogen und durch eine zweite Oeffnung im Schädeldach in die rechte Hemisphäre des *Cerebellum* gestossen. Der Erfolg bleibt derselbe.

Die von mir gereizten Stellen sind so gewählt, dass man wohl den Schluss daraus ziehen darf, dass Reizung des Gehirns beim lebenden Thier überhaupt keine Bewegungen irgend eines Theiles des Darmcanals veranlasst. Ich kann daher nicht umhin zu vermuthen, dass die abweichenden Angaben über die Abhängigkeit des Darmcanals vom Gehirn durch Fehler in den Versuchen entstanden sind. Bringt man nämlich die Elektroden so an, dass die Ursprünge des *Vagus* noch von Strömen von hinreichender Dichtigkeit getroffen werden, so müssen natürlich, wie schon vor längerer Zeit EDUARD WEBER[1]) und neuerdings wieder CHAUVEAU[2]) gezeigt hat, und wie ich mich an anderen hier nicht weiter mitzutheilenden Versuchen überzeugt habe, Bewegungen des Magens und Darmcanals entstehen.

Viel genauer sind die Angaben über die Beziehungen des **Rückenmarks** zum Darmcanal. Ich hebe aus denselben als die wichtigsten hervor den Nachweis, den PFLÜGER über den Erfolg einer Reizung des Rückenmarks vom fünften bis elften Brustwirbel, nämlich Hemmung der Dünndarmbewegung lieferte, und die Mittheilung BUDGE's[3]) über Bewegungen des *Rectum*, welche bei Reizung des Rückenmarks am vierten Len-

1) Handwörterb. d. Physiol. Art. Muskelbewegung.

2) a. o. a. O.

3) Ueber das Centrum genito-spinale des N. sympathicus. Arch. für pathol. Anat. u. Physiol. XV. p. 115.

denwirbel, des von ihm sogenannten *Centrum genito-spinale* entstehen.

Einige kleine Erweiterungen liefern die nachstehenden von mir ausgeführten Versuche. Die einfachen Wiederholungen des PFLÜGER'schen Experimentes, das sehr leicht gelingt, führe ich hier natürlich nicht mit auf.

I. Einem opiatisirten Kaninchen wird das Rückenmark an drei Stellen, am 6. und 11. Brustwirbel und am 3. Lendenwirbel durchschnitten. Drei Paar Elektroden werden in den die Wirbelbogen bedeckenden Muskeln befestigt, und zwar das 1. Paar am 7. und 10. Brustwirbel, das 2. Paar am 12. Brustwirbel und 2. Lendenwirbel, das 3. Paar am 4. und letzten Lendenwirbel. Bei Reizung vermittelst des 1. Paares hört die Bewegung der dünnen Därme auf, bei Reizung des 2. Abschnittes entstehen schwache, etwas zweifelhafte Bewegungen von *Rectum* und Blase. Von dem 3. Abschnitte aus werden deutliche Bewegungen des *Colon descendens, Rectum* und der Blase hervorgerufen.

II. Der Versuch ist fast der nämliche, nur sind die Schnitte durch das Rückenmark in der Höhe des 5. und 11. Brustwirbels und des 4. Lendenwirbels. Der Einfluss des 1. Abschnittes auf den Dünndarm ist wieder deutlich hemmend. Reizung des 2. Abschnittes ist ganz erfolglos. Contractionen des *Colon descendens* und des *Rectum* folgen dem Tetanisiren des letzten Abschnittes.

III. Die Vorbereitungen sind wie bei Versuch II. Es wird aber das Rückenmark an den Durchschneidungsstellen vollständig blosgelegt, um die Elektroden direct an die beiden Enden des betreffenden Rückenmarkabschnittes zu appliciren. Nur die unterste Elektrode wird wiederum über dem letzten Lendenwirbel befestigt. Die Erfolge der Reizungen sind die gleichen wie bei Versuch II.

Die Resultate aus diesen Versuchen, die, wie man sieht,

mit den obigen Angaben über die Beziehungen des Grenzstranges und der Mesenterialnerven zu dem *Tractus intestinalis* übereinstimmen, sind leicht zu ziehen. Motorische Fasern stammen mit Ausnahme der im *Splanchnicus* enthaltenen und den Fasern für *Colon descendens* und *Rectum*, so gut wie gar nicht aus dem Rückenmark.

Aeusserst gering sind unsere Kenntnisse von den ausserhalb des Darmcanals liegenden Ganglien der Bauchhöhle. Was von ihnen angegeben wird, wie z. B. grosse Empfindlichkeit u. dergl., bezieht sich natürlich auf die in ihrer Nähe von und zu dem Darme gehenden, von ihnen nicht zu trennenden Nervenfasern, daher ich nicht näher hier darauf eingehe. Die negativen Versuche über einen zwischen ihnen und den Mesenterialnerven bestehenden Zusammenhang (Reflex in denselben) sind oben bereits mitgetheilt worden.

Von viel grösserem Interesse ist das in den Darmwänden selbst gelegene Nervensystem.

Die eigenthümlichen Erscheinungen, die der von Gehirn und Rückenmark abgetrennte *Tractus intestinalis* darbietet, die noch lange anhaltenden, selbstständigen, geordneten Bewegungen wiesen schon lange darauf hin, dass derselbe wie das Herz die Ursache zu diesen Bewegungen in sich selbst trage, mit anderen Worten, dass ein selbstständiges nervöses Centralorgan in ihm existire. Die erste auf ein solches bezügliche Beobachtung stammt von SCHAFFNER[1]) aus dem Jahre 1851, welcher erwähnt, dass in der Muskelhaut des Dünndarms der Maus mikroskopische Ganglien ähnlich den Herzganglien sich finden; eine zweite Mittheilung über mikroskopische Ganglien an den Aesten des *N. vagus* in der Wand des Magens bei Wirbelthieren machte REMAK[2]) im Jahre 1852 bei der Versamm-

1) Zeitschrift für ration. Medicin. Bd. X. p. 203.

2) Amtlicher Bericht über die 32. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden. p. 183.

lung der Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden, indess gelang es erst im Jahre 1857 G. MEISSNER[1]), einen vollständigen zusammenhängenden nervösen Apparat darzustellen, der seit jener Zeit den Namen des MEISSNER'schen *Plexus* trägt. Eine Reihe von Forschern hat die Anwesenheit dieses *Plexus* bestätigt, und zu den Angaben G. MEISSNER's mehr oder weniger wichtige Zusätze und Erweiterungen geliefert. In den letzten Jahren ist von AUERBACH[2]) in Breslau noch ein zweiter, sehr interessanter *Plexus* beobachtet und beschrieben worden, bis jetzt jedoch leider nur in zwei vorläufigen Mittheilungen, von denen jede die nur zu sehr erwünschte Publication der ausführlichen Untersuchungen begleitet von Abbildungen verspricht. Meines Wissens hat sich bis jetzt nur KÖLLIKER[3]) über diesen *Plexus* geäussert. Nach den von ihm angestellten Nachuntersuchungen erklärt er den Angaben von AUERBACH sich anschliessen zu müssen. Auch liefert KÖLLIKER eine Abbildung dieses *Plexus*. Der Lage des AUERBACH'schen *Plexus* nach, — derselbe findet sich zwischen den beiden Muskellagen des Darmcanals, und wird deshalb von seinem Entdecker *Plexus myentericus* genannt, — liegt es nicht fern anzunehmen, dass derselbe in näherer Beziehung zu den Darmbewegungen stehe, während der MEISSNER'sche *Plexus* eher mit der Schleimhaut (Secretion und Bewegung derselben) in Verbindung zu bringen ist. Es wäre indess auch daran zu denken, dass zwischen den beiden *Plexus* ein ähnliches Verhältniss bestehe wie zwischen den als functionell verschiedene, — automatische und reflectorische, — Centren aufzufassenden Gangliengruppen des Herzens. Eine Entscheidung hierüber ist bis jetzt noch nicht

1) Zeitschr. f. ration. Medicin. N. F. Bd. VIII. p. 364.

2) Ueber einen Plexus myentericus, einen bisher unbekannten ganglio-nervösen Apparat im Darmcanal der Wirbelthiere. Breslau 1862, und: Fernere vorläufige Mittheilung über den Nervenapparat des Darms. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. XXX. p. 457.

3) Kölliker, Handb. d. Gewebelehre, (4. Aufl.) p. 430. (Fig. 236.)

möglich. Wenn in dem Folgenden nun von den Ganglien der Darmwand die Rede ist, so sind darunter stets nur die zu der eigentlichen Musculatur des Darmrohres gehörenden zu verstehen, deren Lage man sich denken mag, wie man will. Ich gestehe, dass dieses eine Lücke ist, dass eine gründliche anatomische Untersuchung hätte vorauf gehen müssen, allein es ist dieser Mangel bei der Schwierigkeit der Untersuchung derartiger Verhältnisse wohl verzeihlich, zumal wenn man bedenkt, wie häufig die Anatomie aus bereits bekannten physiologischen Thatsachen Nutzen gezogen hat, indem diese ihr den Weg der Untersuchung vorzeichneten.

Während es nun längst bekannt, und durch neue exacte Untersuchungen wiederholt bestätigt ist, dass ähnlich wie gewisse Stoffe, die theils den sogenannten Alkaloiden angehören, und schon in minimaler Dosis enorme Wirkungen hervorbringen (Gifte), theils andere Substanzen sind, auf die Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks einwirken, ebenso auch andere existiren, auf welche die Nervenzellen des Herzens specifisch reagiren, kennen wir dagegen keine specifische Reaction der Nervenzellen des Darmcanals gegen bestimmte Stoffe. Ueberhaupt fehlt die Physiologie dieser Nervencentren, wenn wir die allgemeine Kenntniss ihrer automatischen und reflectorischen Function ausnehmen, fast gänzlich. Ueber das letztere sind die bereits von den Mesenterialnerven und dem *Splanchnicus* mitgetheilten Versuche zu vergleichen, aus denen hervorgieng, dass die Reflexe vom Darmcanal auf den Darmcanal fast ausschliesslich in diesen Ganglien zu Stande kommen. Einige andere Beiträge zur Physiologie derselben, wie besonders den Einfluss der Circulation und sodann ihr Verhalten gegen gewisse Gifte werde ich erst in den folgenden beiden Abschnitten liefern.

III.

Der Einfluss der Circulation auf die Darmbewegung.

Die schon oben in der Physiologie des Darmwandnervensystems besprochenen Bewegungen eines aus seinen natürlichen Verbindungen gelösten und also auch seines Blutstromes beraubten Darmes lehren zugleich eine grosse Unabhängigkeit desselben von der Circulation, welche Unabhängigkeit er übrigens mit anderen aus glatten Muskelfasern gebauten Organen so wie bis zu einem gewissen Grade mit dem Herzen theilt. Es soll indess hier nicht von diesem längst bekannten Unterschiede der willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln gehandelt werden, sondern von anderen Verhältnissen, welche den Veränderungen der Circulation folgen, Verhältnisse, die auch schon seit längerer Zeit von einer Anzahl von Forschern in das Auge gefasst sind, so dass eine Reihe von Mittheilungen über diesen Punct bereits vorliegt. Dieselben sind aber zum Theil so unklar, dass ein genaues Zergliedern der in Frage kommenden, übrigens ganz einfachen Verhältnisse das erste Erforderniss ist.

Die Circulationsveränderungen können wesentlich zweierlei Art sein, Blutleere und Blutüberfüllung. Bei der letzteren ist wieder zu unterscheiden, ob sie in vermehrtem Zufluss (arterielle Hyperämie) oder in gehindertem Abfluss (venöse Hyperämie)

ihren Grund hat. Einige Autoren, so SCHIFF[1]), BETZ[2]), DONDERS[3]) und SPIEGELBERG[4]) erklären sich dahin, dass jede Veränderung der Circulation auf das Bewegungsorgan des Darmcanals erregend wirkt; bei einer genauen Untersuchung ihrer Experimente scheint uns indess, dass dieser Schluss, wenn er auch nicht ganz unrichtig ist, aus jenen allein noch nicht gezogen werden kann.

Die meisten Autoren sprechen sich mit Bestimmtheit für eine erregende Wirkung des Blutmangels aus, so SCHIFF, von dem meines Wissens überhaupt die erste Mittheilung über diesen Gegenstand stammt, (so wie die von sämmtlichen späteren Forschern angewendete Methode Blutleere im Darmcanal zu erzeugen, nämlich durch Compression der *Aorta abdominalis* oberhalb des Abgangs der Darmarterien), ferner SPIEGELBERG und A. KRAUSE[5]). Anderen Forschern gelang es nicht den Versuch mit demselben Erfolg auszuführen. BETZ, der zu diesen gehört, zweifelt indess nicht an der Möglichkeit der erregenden Wirkung, und weist mit Recht auf das längst bekannte, aber nicht seinen Ursachen nach erkannte Phänomen der vermehrten Peristaltik in Fällen von tödtlicher Verblutung. DONDERS sah Bewegungen bei Compression der *Aorta* nur einmal auftreten, F. MARTIN[6]) niemals. Den zuerst genannten Beobachtern muss ich mich nach meinen Versuchen anschliessen.

---

1) Ueber die Ursache der vermehrten Darmbewegung nach dem Tode. Fror. Tagesber. 327. Juni 1851, und Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Lahr 1859. p. 105.

2) Ueber die peristaltischen Bewegungen des Darms und Hodensacks. Zeitschr. f. rat. Medic. N. F. 1. p. 324.

3) Physiologie des Menschen, übers. von Theile. Leipzig, 1856. p. 296.

4) Die peristaltische Bewegung des Dünndarms. Zeitschr. f. rat. Medic. VII. p. 311.

5) Untersuchungen über einige Ursachen der peristaltischen Bewegungen des Darmcanals. Studien des physiolog. Instit. zu Breslau, 2. Heft. Leipzig, 1863. p. 31.

6) a. o. a. O.

Abschneiden der Blutzufuhr veranlasst stets nach einiger Zeit, $1^1/_2$—2 Minuten, Bewegungen des Darmcanals, die meist schwach am Dünndarme beginnend, allmählich sich ausbreiten, und an Lebhaftigkeit gewinnen. Auch der *Uterus* betheiligt sich an denselben. KEHRER[1]) nimmt für diesen sogar einen andauernden Tetanus in Anspruch. Auch bei dem Verschluss einer grösseren Darmarterie gelingt es wohl die Folgen der Blutleere zu constatiren. Die bereits mehrfach erwähnten starken Anastomosen der Darmarterien wirken aber leicht störend ein. Es ist noch zu bemerken, dass nach meinen Beobachtungen nicht selten die schon bestehenden schwachen Bewegungen des Darmes nach dem Abschneiden der Blutzufuhr zunächst für einige Zeit aufhören, um dann um so heftiger wieder zu beginnen. Bei dem Freigeben der Circulation beobachtet man fast nie eine Veränderung der Darmbewegungen.

Die Ursache davon, dass die Bewegungen in manchen Fällen nicht gesehen werden, und so von den oben genannten Forschern nicht gesehen worden sind, kann meines Erachtens eine zweifache sein. Zunächst dürfte häufig aus Unkenntniss des erst nach $1^1/_2$ bis 2 Minuten erfolgenden Eintritts derselben, sei es in der Annahme, dass so spät eintretende Bewegungen zweifelhaft seien, sei es aus irgend welchem anderen Grunde, die Blutzufuhr zu früh freigegeben, und so natürlich das Experiment ganz gestört sein. Zweitens aber ist es mir als sicher erschienen, dass der Einfluss des Blutmangels auf Därme, die bereits längere Zeit der Luft ausgesetzt waren, höchst unbedeutend und oft sogar Null ist. Wie aus dem Späteren hervorgeht ist der Grund hiervon der, dass in diesem Falle ein dem bei Anämie sich entwickelnden ganz ähnlicher Reiz seit einiger Zeit gewirkt, und eine Art von Abstumpfung bedingt hat.

1) Beiträge zur vergleichenden und experimentellen Geburtskunde. 1. Heft. Giessen 1864.

Es ist nun nicht meine Absicht schon an dieser Stelle auf eine Erklärung der im Vorhergehenden dargestellten Folgen der Anämie des Intestinalrohres einzugehen; ich werde mich vielmehr zu derselben erst nach der Schilderung der Folgen der Hyperämie wenden. Hier mögen nur noch die zu einem Erklärungsversuche wesentlich beitragenden analogen Erscheinungen bei Anämie des Gehirns und Rückenmarks kurz erwähnt werden. Die bei Verblutung sich einstellenden Krämpfe sind natürlich bekannt, so lange man Thiere schlachtet, indess gebührt KUSSMAUL und TENNER[1]) das Verdienst dieselben näher analysirt und beschrieben zu haben. Sie sahen diese Krämpfe, welche sie fallsuchtartig nennen, auch bei Verschluss der grossen Arterienstämme des Halses eintreten. Den Krämpfen, die in der Regel 8 bis 18 Secunden nach Abschneiden der Blutzufuhr sich einstellen, gehen lähmungsartige Erscheinungen vorher. Plötzliches Wiedereinströmen des Blutes erzeugt niemals Zuckungen. Man sieht, die Erscheinungen bei Anämie des Gehirns und Rückenmarks, von welchem letzteren indess KUSSMAUL und TENNER im Gegensatze zu BROWN-SEQUARD[2]) eine Betheiligung in Abrede stellen, sind im Wesentlichen denen bei Anämie des *Tractus intestinalis* sogar bis auf Einzelheiten gleich. Auf die von KUSSMAUL und TENNER gegebene Erklärung werden wir zurückkommen, wenn von dem ursächlichen Zusammenhange der vermehrten Peristaltik und der Bewegungen bei Anämie überhaupt gehandelt werden wird.

Gehen wir nun über zu den Folgen der Blutüberfüllung, und zwar zuerst der Blutüberfüllung durch vermehrten Zufluss, der arteriellen Hyperämie. Ich setze diese

---

1) Untersuchungen über Ursprung und Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung sowie der Fallsucht überhaupt. Untersuch. zur Naturlehre III. p. 1.

2) Recherches expérimentales sur la production d'une affection convulsive, épileptiforme etc. Arch. géneral. d. Méd. Fevr. 1856.

voraus, weil die Verhältnisse bei ihr viel einfacher sind als bei der venösen Hyperämie. In meinen ersten Experimenten suchte ich die Bedingungen zu einer arteriellen Hyperämie zu erfüllen, indem ich die *Aorta* unterhalb der Abgangsstelle der *Arteria mesenterica inferior* sowie die beiden *Carotiden* unterband. Allein die Gefässbezirke, die durch diese Unterbindungen abgeschnitten werden, stehen zu dem Gefässbezirke der Bauchorgane, der leicht enorme Mengen von Blut, ja das Blut des ganzen Körpers in sich aufzunehmen vermag, in gar keinem Verhältniss. Daher ist es auch mir ebenso wenig wie A. KRAUSE auf diese Weise gelungen Bewegungen des Darmcanals zu erzeugen. Ich zweifelte indess schon damals keineswegs an einem positiven Erfolg der arteriellen Hyperämie und zwar auf Grund einer bei Gelegenheit der Compression der *Aorta* unterhalb des *Diaphragma* gemachten Beobachtung. Bei einem meiner ersten Versuche über die Folgen der Anämie des Darmcanals fiel mir auf, dass das Kaninchen etwa 2 Minuten nach dem Verschluss der *Aorta* unruhig wurde, den Kopf erhob, sich aufzurichten suchte, und beissende Bewegungen machte. Ich musste dies zunächst für etwas zufälliges halten, allein bei Wiederholung des Experimentes an demselben so wie an mehreren anderen Thieren konnte ich fast jedes Mal dieselben krampfartigen Bewegungen constatiren. Einmal beobachtete ich auch Zittern in den Hinterbeinen. In Erwägung der bei diesem Experiment im Gehirn und Rückenmark hervorgebrachten sehr beträchtlichen arteriellen Hyperämie lag es natürlich sehr nahe in ihr den Grund der erwähnten Erscheinungen zu suchen. Ich brauche wohl kaum noch zu erwähnen, dass die in Rede stehenden Krämpfe nicht etwa als Reflexkrämpfe durch Reizung irgend eines sensitiven Nerven aufzufassen sind. Am sichersten spricht gegen eine solche Annahme die vom Beginn des Verschlusses der *Aorta* bis zum Beginn der Unruhe verlaufende Zeit. Erst nachdem ich die Deutung dieser Beobach-

tungen bei Compression der *Aorta* gefunden hatte, bemerkte ich, dass auch von anderen Experimentatoren z. B. von A. Krause unter denselben Bedingungen Krämpfe oder wenigstens Unruhe gesehen, aber nicht erkannt, und nur der Vollständigkeit des Versuchsprotocolls wegen mitgetheilt worden sind. Schliesslich möge noch daran erinnert werden, dass auch den Pathologen ähnliche Erscheinungen bei Hyperämie des Gehirns, (z. B. bei Verschluss der *Aorta* an der Einmündungsstelle des *Ductus arteriosus Botalli* u. s. w.) Bewegungen der Extremitäten, Zähneknirschen u. dergl. längst bekannt sind.

Um nun eine wirklich bedeutende arterielle Hyperämie im Darmcanal herbeizuführen, benutzte ich folgende im Früheren schon kurz erwähnte Methode. Das Thier wird geköpft und das Rückenmark der ganzen Länge nach mit einer Metallsonde zerstört, um die bei gleichzeitiger Hyperämie des Rückenmarks oder durch sonstige Reizungen desselben vielleicht auftretenden und störenden Bewegungen des Rumpfes zu vermeiden. Dann wird in die *Aorta thoracica* eine Kanüle eingebunden. Diese steht vermittelst eines Schlauches mit einem Gefässe in Verbindung, welches mit hellrothem, defibrinirten Kalbs- oder Hammelblut von 40° C. Wärme gefüllt ist, und so hoch gestellt wird, dass das Blut in der *Aorta* ungefähr unter den normalen Druck zu stehen kommt. Als solchen nahm ich bei ausgewachsenen Kaninchen einen Mitteldruck von 100^{mm} Quecksilber an. Um den Abfluss aus den Venen zu erleichtern wird die *Vena portarum* angeschnitten. Bei dem Einfliessenlassen des Blutes ist natürlich das Eindringen von Luft sorgfältigst zu verhüten. Sobald nun der Blutdruck durch Heben des Blutreservoirs erhöht wurde, z. B. auf 130^{mm} Quecksilber und mehr, wurden die schon vorher sehr lebhaften Bewegungen des Darmcanals in allen Theilen desselben äusserst heftig, und kehrten zu ihrer früheren Stärke zurück, wenn das Gefäss wieder auf seinen vorherigen Stand gesenkt wurde.

Wie stark der Reiz durch die Hyperämie ist, geht ausser der directen Anschauung auch aus der schon erwähnten Machtlosigkeit des *Splanchnicus* auf diese heftigen Bewegungen hervor. Es ist des nahe liegenden Vergleiches wegen wohl nicht ohne Interesse, dass Kehrer bei Injectionen unter hohem Drucke auch Bewegungen des *Uterus* beobachtete.

Ueber die Folgen der venösen Hyperämie, wie sie erhalten wird durch Compression der *Vena portarum*, sind von Mehreren der oben angeführten Forscher schon Versuche angestellt worden. Schiff sah niemals Bewegungen des Darmcanals hierbei eintreten, Spiegelberg konnte sich von einer deutlichen Wirkung nicht überzeugen, A. Krause beobachtete peristaltische Bewegungen, von denen er angibt, dass sie bedeutend schwächer seien als bei Compression der *Aorta*. Donders endlich spricht sich direct für eine erregende Wirkung aus. Fassen wir dies in einen Satz zusammen, so muss derselbe lauten: Es können peristaltische Bewegungen infolge von Compression der *Vena portarum* sich einstellen, dieselben sind aber stets nur schwach. Die Ergebnisse der von mir ausgeführten Experimente stimmen mit diesem Satze vollkommen überein.

Es muss dieses Verhalten sehr sonderbar erscheinen bei der Erwägung, dass gerade bei Compression der Venen die Spannung des Blutes in den Capillaren so enorm steigt, die erregende Wirkung der Hyperämie also erst recht zur Geltung kommen sollte. Die Erklärung desselben liegt aber sehr einfach in dem gleichzeitigen Zurückhalten der, wie ich später zeigen werde, stark lähmend wirkenden Kohlensäure. Je nachdem nun das erregende oder das lähmende Agens das andere an Energie übertrifft, treten Bewegungen des Darmcanals ein, oder bleiben aus. Dazu kommt, dass durch eine so heftige Hyperämie die Reizbarkeit sehr bald herabgesetzt wird.

Was von der venösen Hyperämie des Gehirns der Menschen bekannt ist, stimmt hiermit vollkommen überein. An

Thieren ist es bekanntlich nicht leicht möglich durch Unterbinden der Halsvenen Hyperämie von einiger Stärke zu erzeugen.

Wenn wir uns nun zu einer Erklärung der bei den Circulationsveränderungen entstehenden Erscheinungen wenden, so kehren wir zunächst zu der Anämie zurück. Im Anfange meiner Untersuchungen über diesen Gegenstand glaubte ich alle auch noch so entfernten Einwände berücksichtigen zu müssen, die nach dem früher bekannten vorzubringen möglich war, deren Nichtigkeit später aber sofort in die Augen fallen musste. Ich setze sie dennoch her, weil ich sie zum Theil durch Versuche mit positiven Resultaten, die also nicht ganz werthlos sind, zu widerlegen mich bemüht habe.

Zuerst richtete ich mich gegen eine vielleicht aufzustellende Behauptung einer Lähmung der *Splanchnici* als Ursache der vermehrten Peristaltik bei abgeschnittener Blutzufuhr. Wenn ich mich auch einfach auf die gegen eine solche Behauptung sprechende Physiologie der *Splanchnici* berufen konnte, so boten sich mir in zwei Experimenten doch noch directe Gegenbeweise dar. Die erwähnten Bewegungen traten nämlich auch ein, wenn die *Splanchnici* durchschnitten waren, und die bereits eingetretenen Bewegungen wurden durch Reizung der *Splanchnici* sistirt.

Zweitens schien mir ein von Ludwig[1]) in seinem Lehrbuche erhobener Einwand, dass bei dem Zudrücken der *Aorta* vielleicht darmbewegende Nerven gereizt werden, zu berücksichtigen zu sein, ein Einwand, der übrigens von grossem Nutzen ist, da er mit vollem Rechte zur äussersten Sorgsamkeit bei der Anstellung derartiger Versuche ermahnt. Abgesehen davon, dass man bei der vorsichtigsten Isolirung der *Aorta* und ebenso nach vollständiger Befreiung einer grössern Darmarterie von allen mit ihr zum Darme laufenden Nerven die Be-

1) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. Bd. II. p. 616.

wegungen zu Stande kommen sieht, musste eine derartige Reizung der Nerven höchst unwahrscheinlich werden, sobald man Kenntniss hatte von der langen Zeit, die zwischen dem Verschluss der Arterien und dem Beginn der Darmbewegungen liegt.

Drittens war wohl an die Möglichkeit zu denken, dass die in den Ganglien stets sich bildenden Stoffwechselproducte, die bei dem Aufhören der Circulation nicht mehr wie gewöhnlich fortgeschafft werden, erregend wirkten. So glaubt BROWN-SEQUARD die bei Anämie des Gehirns entstehenden Krämpfe durch die, wie er annimmt, hierbei in grösserer Menge entstehende Kohlensäure erklären zu können. Gegen diese Behauptung ist das, was ich in dem folgenden Theile über die lähmende Wirkung der Kohlensäure mittheilen werde, anzuführen. Aber auch eine Reizung durch die anderen Stoffwechselproducte halte ich für unwahrscheinlich. Die Quantität dieser Stoffe die in der Ruhe, — denn von dem Zustande der Ruhe oder einem diesem sehr nahe stehenden gehen wir doch aus, — zumal bei Abschneidung der Blutzufuhr in dieser so kurzen Zeit sich bilden kann, ist offenbar so gering, dass, auch wenn das Experiment einen reizenden Einfluss derselben lehrte, — dass Injection einiger Tropfen Milchsäure nicht erregend wirkt, haben mir zwei Versuche gezeigt, — eine Reizung durch dieselben unter solchen Umständen zum Mindesten für sehr zweifelhaft gehalten werden muss.

Welche Erklärung lässt sich nun aber für die Krämpfe und Darmbewegungen geben? KUSSMAUL und TENNER äussern sich sehr allgemein dahin, dass die Ernährung des Gehirns gestört sei. Wie wenig damit geholfen, ist leicht einzusehen. Mehr zu berücksichtigen sind die Worte A. KRAUSE's, »beim Aufhören der Zufuhr von arteriellem Blut zu dem Darm wird innerhalb der in diesem gelegenen Centralorgane ein reizendes Moment gesetzt, das zu peristaltischen Bewegungen Anlass

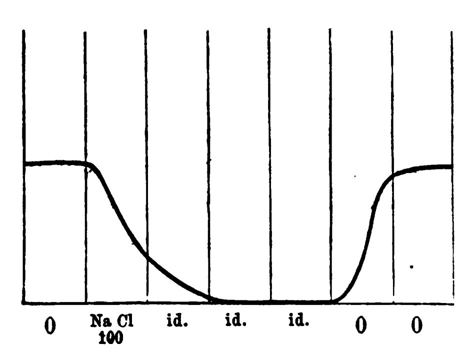
gibt.« Um zu entscheiden, ob der Mangel an Sauerstoff als Ursache der Darmbewegungen bei Anämie anzusehen sei, habe ich die im Folgenden mitgetheilten Versuche angestellt.

Die Thiere wurden in denselben zunächst ebenso behandelt wie in den oben beschriebenen Versuchen über arterielle Hyperämie. Die Kanüle in der *Aorta* stand hier jedoch vermittelst eines dicht an derselben angebrachten T Rohres mit zwei Gefässen in Verbindung, von denen das eine wiederum mit hellrothem, defibrinirtem Blute, das andere mit einer 0,6 procentigen Kochsalzlösung gefüllt war. Beide Flüssigkeiten waren natürlich auf die Temperatur des Körpers erwärmt. Die Gefässe, die beliebig gehoben oder gesenkt werden konnten, wurden zunächst so gestellt, dass der Druck in der *Aorta* wie in jenen Versuchen über Hyperämie etwa 100^{mm} Quecksilber betrug. Geeignet dicht an der *Aorta* angebrachte Hähne oder Klemmen ermöglichten ein schnelles Abschliessen beider oder einer der Flüssigkeiten.

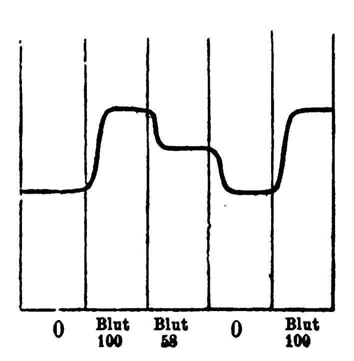
Die nun zu beschreibenden Versuche sollen noch durch beigedruckte Curven wiedergegeben werden. Zur Erklärung dieser sei vorausgeschickt, dass auf den Ordinaten die Stärke der Bewegungen aufgetragen ist, in der Art, dass 0 Ruhe, die höchsten Puncte der Curve äusserst heftige, jedoch nicht tetanische Contractionen des Darmes bezeichnen. Auf der Abscisse ist die Zeit aufgetragen, und zugleich unter derselben bemerkt, was in jedem Zeitabschnitte mit dem Darme vorgenommen wird. Wenn nun auch sowohl in den verschiedenen Versuchen wie auch in jedem einzelnen nicht während gleicher Zeiträume der Darmcanal unter die verschiedenen Bedingungen (Anfüllen der Gefässe mit Blut, Kochsalzlösung u. s. w.) gebracht wurde, so sind dieselben doch der Einfachheit wegen in den Curven als gleich angenommen, da hierdurch kein wesentlicher Fehler entsteht. Die Zeitabschnitte auf der Curve können etwa als Minuten aufgefasst werden. In dem ersten

derselben ist das Verhalten des Darmcanals in der dem eigentlichen Versuche vorausgehenden Zeit (Minute) ausgedrückt, in welcher also abgesehen von der Tödtung des Thieres (in den meisten Fällen sind mässig starke Bewegungen vorhanden, die ihren Grund in der Anämie haben) noch auf keine Weise auf den Darm eingewirkt ist. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die Curven immerhin etwas schematisch sind, nur grosse Unterschiede in den Bewegungen in denselben zur Anschauung gebracht werden.

I. Ausgewachsenes weibliches Kaninchen. Die Darmbewegung ist lebhaft. Einfliessen von Kochsalzlösung bei 100 ^{mm} Quecksilberdruck hebt die Bewegung binnen kurzer Zeit auf. Die schlaffen Därme sind, wenn sie zur Ruhe gekommen, noch sehr reizbar. Als 4 Minuten von Beginn der Injection an gerechnet diese beendet wird, nimmt der Darm seine Bewegungen wieder auf.

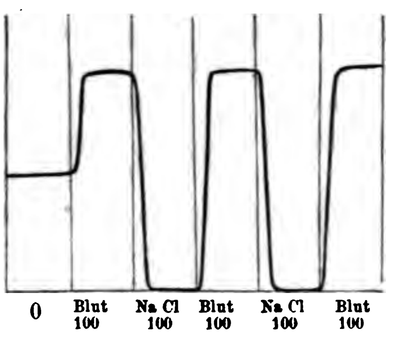


II. Hund, 5 Wochen alt. Die Därme sind in lebhafter Bewegung. Zunächst wird Blut bei 100 ^{mm} Quecksilberdruck injicirt: die Bewegungen werden bedeutend stärker, sie nehmen etwas ab bei Herabsetzung des Druckes auf 58 ^{mm}, und kehren zu ihrer früheren Stärke zurück, wenn der Druck

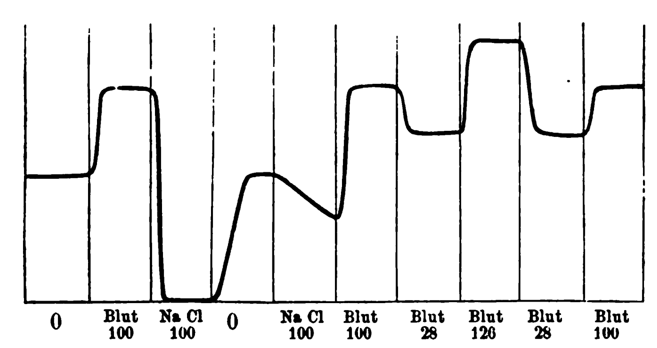


Null wird. Erhöhung desselben auf 100^{mm} hat denselben Erfolg wie das erste Mal.

III. Kleines weibliches Kaninchen. Die Peristaltik ist mässig lebhaft. Sie wird heftig bei Injection von Blut unter dem Druck von 100^{mm} Quecksilber, hört vollständig auf bei Injection von Kochsalzlösung unter dem nämlichen Druck, kehrt in der früheren Heftigkeit wieder bei nochmaliger Injection von Blut, hört wieder auf bei Kochsalzinjection u. s. w.

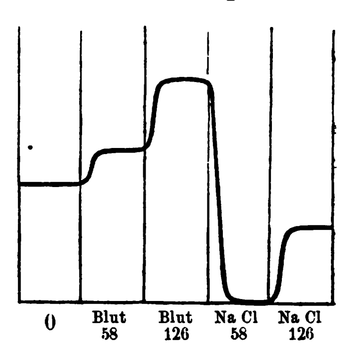


IV. Kleines männliches Kaninchen. Die Bewegungen sind anfänglich wie bei den vorigen Versuchen. Sie gewinnen sehr an Stärke durch Injection von Blut bei 100^{mm} Quecksilberdruck, hören auf bei Injection von Kochsalzlösung unter demselben Druck. Nun wird jegliches Zuströmen von Flüssigkeit aufgehoben: es kehren Bewegungen zurück von der vor Beginn des Versuches beobachteten Stärke. Wiedereinströmen der Kochsalzlösung (100^{mm}) macht dieselben abnehmen; durch Blut bei 100^{mm} werden sie so stark wie bei der 1. Blutinjection,

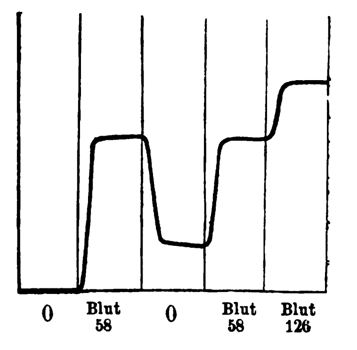


lassen etwas nach bei Herabsetzung des Druckes auf 28 mm, steigern sich aber zu einer aussergewöhnlichen Heftigkeit bei Erhöhung des Blutdruckes auf 125 mm, kehren dann bei dem Druck von 28 mm und 100 mm zu den vorher unter denselben Verhältnissen beobachteten Graden der Stärke zurück.

V. Kleines weibliches Kaninchen. Lebhafte peristaltische Bewegungen. Injection von Blut unter dem Druck von 58 mm Quecksilber macht dieselben deutlich viel lebhafter. Aeusserst heftig werden sie durch Erhöhung des Blutdruckes auf 125 mm. Vollkommener Stillstand tritt fast augenblicklich ein, als Kochsalzlösung bei 58 mm in die *Aorta* einfliesst. Wird der Druck, unter welchem die Kochsalzlösung steht, auf 126 mm erhöht, so treten wiederum einige schwache Bewegungen der Därme ein.



VI. Neugebornes Kätzchen. Der ganze *Tractus intestinalis* verharrt in vollkommener Ruhe. Sobald Blut bei 58 mm Quecksilberdruck einströmt, stellen sich lebhafte Bewegungen ein, die bei Herabsetzung des Druckes auf Null nicht vollkommen verschwinden, bei Wiederherstellung der Circulation (unter dem früheren Druck) wieder in der früheren Lebhaftigkeit erscheinen, bei Erhöhung des Blutdruckes auf 126 mm äusserst heftig werden.



Eine eigenthümliche Erscheinung, die uns schon einmal

bei dem auf ähnliche Weise angestellten Versuche über arterielle Hyperämie, (deren Wirkung überdies noch einmal im Versuche IV veranschaulicht wird), sowie schon früher bei Gelegenheit des an einem Hunde angestellten Splanchnicusversuches begegnet ist, bedarf zunächst einiger Worte. Es sind dies die so heftigen Bewegungen, die unabhängig von dem vorhergehenden Zustande, und bis zu einem gewissen Grad unabhängig vom Drucke sofort entstehen, wenn hellrothes, defibrinirtes Blut in die Arterien des *Tractus intestinalis* einströmt. Wie stark der durch dasselbe hervorgebrachte Reiz ist, geht unter Anderem daraus hervor, dass er bei Thieren, bei denen der Darmcanal auch nach dem Tode durch Verblutung keine Spur von Bewegung zeigt, deren Darmcanal überhaupt sehr wenig reizbar ist, dennoch Contractionen hervorzurufen im Stande ist (vergl. Versuch VI). Der Reiz ist, wie auch die anderen Versuche lehren, stets viel stärker als der Reiz durch Anämie. Die Behauptung, dass die Bewegungen bis zu einem gewissen Grade unabhängig seien von dem Druck, unter welchem das Blut einströmt, stützt sich auf die Versuche II, IV, V, VI. Schon bei einem Blutdrucke von 28^{mm} Quecksilber (Versuch IV) sind die Bewegungen stärker als bei Anämie.

In dem ersten der auf diese Weise angestellten Versuche dachte ich zunächst an einen zufälligen Fehler des Experimentes, an zu hohe Temperatur u. dergl., allein ich überzeugte mich bald, dass ein Fehler nicht vorhanden sei. Zu einer genügenden Erklärung dieses Phänomens bin ich indess nicht gelangt, muss aber auch gestehen, dass ich bis jetzt keineswegs Alles zur Auffindung einer solchen aufgeboten habe. Zunächst wäre festzustellen, ob defibrinirtes Blut derselben Thierart auch diese Wirkung besässe. Die betreffenden Versuche würden am passendsten an kleinen jungen Hunden anzustellen sein. Wenn diese Vorfrage aber entschieden ist, kommt erst die Hauptfrage, welchem Bestandtheile des fremden Blutes, oder welchem Be-

standtheil oder Mangel des Blutes derselben Thierart die reizende Wirkung zugeschrieben werden muss.

Fassen wir nun die Curven näher in das Auge, so fällt uns eine zweite, augenblicklich viel wichtigere Erscheinung in die Augen, die der eben besprochenen fast entgegengesetzt ist, ich meine die Wirkung der Kochsalzlösung. Injectionen von Kochsalzlösung sind stets im Stande beruhigend einzuwirken, die Bewegungen mitunter fast augenblicklich zum Stillstand zu bringen. Auch hier findet sich eine gewisse Unabhängigkeit vom Druck, wie aus dem Versuch V hervorgeht, in welchem derselbe nur 58 mm Quecksilber beträgt. Der Erfolg ist um so eclatanter, je heftiger die vorhergehenden Bewegungen waren (Vers. III, IV, V). Natürlich kann man nicht sagen, dass die Kochsalzlösung den Reiz aufhebt, der die vorher so starken Bewegungen veranlasste, denn dieser Reiz besteht ja eben nur so lange als Blut injicirt wird. Wird die Blutinjection unterbrochen und ebenfalls keine Kochsalzlösung injicirt, so bleibt der schon vor Beginn des Versuches selbst vorhandene Reiz der Anämie zurück, wie dies deutlich die Versuche II, sowie auch IV und I (auf die letzteren beiden Versuche komme ich noch einmal zurück) zeigen. Dieser Reiz der Anämie nun ist es, dessen Entwicklung die Kochsalzlösung verhindert. Es geht mit absoluter Sicherheit hieraus hervor, dass derselbe nicht in dem Sauerstoffmangel seinen Grund habe, er müsste sonst bleiben, wenn die ebenfalls sauerstofffreie Kochsalzlösung die Gefässe des Darmcanals erfüllt. Man könnte hier einwenden, dass die Kochsalzlösung die Erregbarkeit zu schnell herabsetze, allein wenn sich auch nicht läugnen lässt, dass analog dem Verhalten eines blutleeren Muskels, der schneller ermüdet als ein Muskel, aus dessen Gefässen nicht alle Flüssigkeit entfernt ist, Därme, deren Gefässe durch Kochsalzlösung ausgespritzt sind, schneller reizlos werden als solche, in denen die Reste des Blutes noch enthalten sind, so kommt doch dieser Umstand bei

so kurzen Zeiträumen nicht in Betracht. Wie erregbar die Därme auch nach dem minutenlangen Durchströmen der Kochsalzlösung sind, lehrt der Versuch I. Hier finden sich, als die anämischen Bewegungen durch Kochsalzlösung vollständig sistirt waren, die Därme nicht nur für elektrische, mechanische Reize u. dergl. empfänglich, sondern es wirkt auch wieder der Reiz der Gefässleere. Versuche wie III, in denen man geraume Zeit hindurch mit demselben Erfolge mit den beiden Injectionsflüssigkeiten wechseln kann, lehren ebenfalls, dass von einem erheblichen Sinken der Erregbarkeit nicht die Rede sein kann. Vervollständigt wird der Beweis, den ich hier gegen einen Reiz des Sauerstoffmangels führe durch die Versuche I und IV, in denen die Bewegungen, die durch Kochsalzlösung zum Verschwinden gebracht waren, sofort wieder entstehen, sobald auch diese Flüssigkeit nicht mehr in den Gefässen des Intestinalrohres circulirt. Einerlei also was für eine Flüssigkeit die Gefässe unter normalem Drucke angefüllt hat, so bald der Zufluss derselben aufhört, entwickelt sich ein reizendes Moment. Worin aber besteht dieses?

Das Zusammenhalten der bei Anämie des Gehirns eintretenden fallsuchtartigen Krämpfe mit der unter der gleichen Bedingung vermehrten Peristaltik zwingt zunächst zu dem Schlusse, (der übrigens auch schon in den früheren Erklärungsversuchen gemacht worden ist), dass die Ursache der in Frage stehenden Erscheinungen wesentlich in den Nervenzellen allein zu suchen ist. Ferner ist es eine längst constatirte Thatsache, dass bei jedem Aderlass die durch denselben dem Gefässsystem entzogene Blutmenge sehr rasch durch eine grosse Menge aus den Geweben in das Blut tretender Flüssigkeit ersetzt wird. In viel höherem Grade ist dies natürlich der Fall, wenn das Gefässsystem seines ganzen Inhaltes beraubt wird. An dieser Abgabe von Flüssigkeit (Wasser mit Salzen) werden sich alle umliegenden Gewebe, (natürlich je nach ihrer Fähigkeit Wasser

abzugeben), und so auch die Nervenzellen betheiligen. Die Aehnlichkeit des Axencylinders der Nervenfaser und der Nervenzelle in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften berechtigen nun wohl zu dem Schlusse, dass ebenso wie das Vertrocknen eines motorischen Nerven Zuckungen des zu ihm gehörigen Muskels veranlasst, der dem Vertrocknungsprocess der Nerven ganz ähnliche Austritt von Flüssigkeit aus den Nervenzellen eine erregende Wirkung auf diese besitzt. Allerdings handelt es sich in dem einen Falle um eine Abgabe von Wasser allein, und in dem anderen um einen gleichzeitigen Verlust an Salzen und organischen Verbindungen, doch ist auf diesen Unterschied wohl kein zu grosses Gewicht zu legen. Dass übrigens Wasserentziehung ein Reiz für die Nervenzellen ist, ergibt sich aus der Wirkung eines auf den Querschnitt des Rückenmarks gebrachten Tropfen einer gesättigten Kochsalzlösung. — Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass auch die Bewegungen, die an blossgelegten Darmschlingen nach einiger Zeit zu beobachten sind, zum Theil auf ähnliche Weise sich deuten lassen, indem die Darmwände und so die in ihnen gelegenen Nervenzellen allmählich austrocknen, das Austrocknen aber als Reiz wirkt.

Mit dieser Erklärung, die vielleicht auch als ein Beitrag zur allgemeinen Physiologie der Nervenzelle nicht ganz werthlos ist, lässt sich gut die bis zu dem Eintritt der Bewegungen verlaufende Zeit in Einklang bringen, da begreiflich der Austritt von Flüssigkeit immer einige Zeit in Anspruch nimmt, und erst durch Herabsetzung des Wassergehaltes bis auf einen gewissen Grad, (es wären hier genaue Bestimmungen ähnlich den über den Wassergehalt der austrocknenden Nervenfasern vorhandenen sehr wünschenswerth), eine Reizung bedingt wird.

Von einer Erklärung des auffallenden Unterschiedes in der Schnelligkeit des Auftretens der Krämpfe und Bewegungen bei Anämie des Gehirns und Rückenmarks auf der einen und

der Darmwandganglien auf der anderen Seite müssen wir einstweilen noch absehen. Es wäre hier nur, abgesehen von der Möglichkeit einer ausserdem vorhandenen Wirkung des Sauerstoffmangels auf das Gehirn, an eine kürzlich von His[1]) mitgetheilte Beobachtung zu denken, nach der die Nervenzellen des Gehirns in einem Lymphraum gelegen sind. Eine solche Lage, deren sich vielleicht, was weitere Untersuchungen lehren müssen, die Nervenzellen des Darmcanals nicht erfreuen, müsste natürlich den Austritt von Flüssigkeit aus den Zellen sehr erleichtern, und so die Zeit zwischen Abschneiden der Blutzufuhr und dem sichtbaren Erfolge der Reizung verkürzen.

Der im Vorstehenden dargelegte Erklärungsversuch für die Anämie hat nun noch den Vortheil, dass er auf ungezwungene Weise zu einer Erklärung der Folgen der Hyperämie führt, und zwar folgendermaassen.

Die Folgen der Hyperämie im Allgemeinen sind offenbar ganz entgegengesetzt denen der Anämie: es tritt Flüssigkeit aus dem Gefässsystem in die Gewebe, und macht diese aufquellen. Diese schnelle Wasseraufnahme der Nervenzellen, die sich natürlich an den Vorgängen betheiligen, ist es, die meines Erachtens als Reiz wirkt. Allerdings haben wir hierfür keinen so sicheren Satz aus der allgemeinen Nervenphysiologie wie bei der Abgabe von Flüssigkeit, allein es sind die Nervenfasern auch niemals unter dieselben Bedingungen gebracht worden, denn es ist doch offenbar ein grosser Unterschied, ob einfach Diffusionsvorgänge, wie bei einem in Wasser gelegten Nerven, oder Filtration unter Druck, wie in unserem Falle wirkt. Nur durch letztere ist es möglich die nöthige Geschwindigkeit in der Aufnahme von Flüssigkeit zu erreichen, welche vermuthlich von grösserem Einfluss ist als der fehlende

1) Ueber ein perivasculäres Canalsystem in den nervösen Centralorganen und über dessen Beziehungen zum Lymphsystem. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie XV. p. 127.

Salzgehalt der eindringenden Flüssigkeit. Auf den grossen Werth der Geschwindigkeit kann man, wenn es erlaubt ist, zwischen Wasserabgabe und Aufnahme eine Parallele zu ziehen, aus den besonders in die Augen fallenden Erfolgen der schnelleren oder langsameren Austrocknung eines Nerven schliessen. Daher sind auch die Versuche, wie sie z. B. vor Kurzem Boruttau[1]) unter v. Wittich's Leitung anstellte, um die Wirkungslosigkeit des Wassers auf die Nerven zu beweisen, nicht entscheidend. Wird die Schnittfläche des Rückenmarks, wie dies auch von Boruttau so gemacht ist, mit Wasser in Berührung gebracht, so ist natürlich, da die Flüssigkeit sich nicht einmal in den Gefässen befindet, und ihr Eindringen in die Substanz des Rückenmarks durch die fettige Beschaffenheit der Schnittfläche enorm erschwert wird, ein Aufquellen der Nervenelemente nur äusserst langsam möglich.

Es stimmt mit dieser Erklärung, die vielleicht nur insofern nicht vollständig genügt, als gleichzeitig der Druck der aufquellenden umliegenden Gewebe auf die Nervenzellen erregend wirken könnte, das bei Injection von Kochsalzlösung unter erhöhtem Drucke zu beobachtende überein, wofür Vers. V ein Beispiel liefert. Das äusserst schnell eindringende Wasser verkürzt aber hier sehr die Dauer der Erregung, theils indem durch das Aufquellen sämmtlicher Gewebe, — die Därme richten sich fast plötzlich auf und sind ganz prall, — ein Hinderniss der Bewegung hervorgebracht, theils indem die Erregbarkeit selbst wirklich schnell bedeutend herabgesetzt wird.

Im Anschluss hieran mögen noch die Injectionen von destillirtem Wasser, die ich zum Theil auf dieselbe Weise wie die zuletzt beschriebenen Versuche in die *Aorta*, zum Theil direct in eine Mesenterialarterie gemacht habe, hier kurz auf-

---

1) Contractiones musculorum illae, quae post aquae injectionem observantur num nervorum irritatione efficiantur an musculorum ipsorum. Dissert. Regiomont. 1863.

geführt werden. Injicirte ich auf die letztere Art einige Tropfen kalten destillirten Wassers, so trat in der von den betreffenden Arterien versehenen Darmschlinge eine starke tetanische Contraction ein. Die Contractionen bei der Injection einer der Menge des kalten Wassers entsprechenden Menge blutwarmen Wassers sind bei Weitem nicht so heftig. Es ist dies ein Beweis für den erregenden Einfluss der Kälte auf das Bewegungsorgan des Darmcanals. Dagegen folgt bei der Injection einer grösseren Menge blutwarmen Wassers, sei es in die *Aorta*, sei es in eine Mesenterialarterie eine heftige Bewegung der Därme, die indess nicht lange anhält, offenbar aus denselben Gründen, welche die Kochsalzinjectionen unter hohem Drucke so rasch wirkungslos machen.

Es könnte hier wiederum die Frage aufgeworfen werden, auf welches anatomische Gebilde der Darmwand das Wasser erregend wirkt. Nach dem in dem Vorhergehenden bei dem Erfolg der Hyperämie des Gehirns und des Darmcanals über dessen Ursache Erörterten nehme ich nicht Anstand auch hier eine Reizung der Ganglienzellen in Anspruch zu nehmen, ohne jedoch eine gleichzeitige Reizung der Nerven und besonders der Muskeln, nachdem Boruttau und v. Wittich den Beweis für eine directe Reizung der Muskelsubstanz durch destillirtes Wasser geliefert haben, in Abrede zu stellen.

IV.

Wirkung einiger in das Blut eingeführter Substanzen, insbesondere Nervengifte, auf den Darm.

Die Reihe der von mir in ihren Wirkungen auf den Bewegungsapparat des Darmcanals untersuchten Stoffe kann natürlich nicht im Entferntesten einen Anspruch auf Vollständigkeit machen. Bei Anwendung anderer als der von mir gewählten Substanzen werden sich gewiss noch viele interessante Beobachtungen machen lassen, die theils für die Physiologie der Darmbewegung, theils für eine allgemeine Physiologie der Nervenzellen, theils endlich für Pathologie und Therapie zu verwerthen sein können. Zu dieser Unvollständigkeit kommt aber noch eine zweite, die mehr in das Gewicht fällt. Bei Untersuchungen über die Wirkungen der sogenannten Herzgifte ist es meist nicht schwer den ganzen Verlauf derselben bis zur Rückkehr der normalen Thätigkeit des Herzens zu verfolgen. Dagegen ist es bei Untersuchungen am Darmcanal aus Gründen, die in der Einleitung auseinandergesetzt sind, nur möglich die ersten Stadien der Wirkung von Giften zu beobachten. Um auch die späteren kennen zu lernen, müsste die Bauchhöhle erst einige Zeit nach der Einführung des Giftes, und zwar zu verschiedenen Zeiten nach derselben, geöffnet

werden. Ich habe dies jedoch unterlassen, weil ich fürchtete, dass bei der so grossen Zahl der hierzu nothwendigen Versuche das Resultat derselben für die Physiologie nicht der darauf verwendeten Mühe entsprechend ausfallen würde.

1. Der erste und wichtigste zu besprechende Stoff, der in der neuesten Zeit mehrfach in seinen physiologischen Wirkungen geprüft worden ist, und dessen besondere Wirkungen auf den Darmcanal wenigstens im Allgemeinen bereits aus der Pharmakologie bekannt sind, ist das Nicotin. Das von mir be nutzte Präparat, von mir selbst vor längerer Zeit dargestellt, war nicht ganz wasserfrei, so dass es mir nicht möglich ist die in jedem Versuche angewendeten Mengen anzugeben. Wer mit reinem Nicotin arbeitet, wird, zumal hierüber schon Angaben vorliegen, leicht bestimmen, wie viel bei diesem oder jenem Thier zum Hervorbringen einer bestimmten Wirkung nöthig ist, und dann auf der so gewonnenen Basis weiter gehen können. Dass übrigens das von mir verwendete Nicotin ausserdem rein war, zeigten mir einige Versuche, die mit Nicotin aus der rühmlichst bekannten chemischen Fabrik von Merck in Darmstadt angestellt, in ihrem Resultaten gar keine Verschiedenheiten darboten.

Wenn man einem Kaninchen eine gewisse Menge Nicotin, — die jedoch nicht so gross sein darf, dass der Tod erfolgen kann, — in die *Vena jugularis* injicirt, so sieht man ausser den bereits bekannten und hier nicht weiter zu erörternden Folgen einer Nicotinvergiftung an dem kurz vorher freigelegten Darmcanal vom Magen bis zum *Rectum* fast plötzlich eine Bewegung auftreten, die sich bis zum allerstärksten Tetanus desselben steigern kann. Vorzugsweise werden die dünnen Därme ergriffen, die sich ihrer ganzen Länge nach auf die grösstmöglichste Enge zusammenziehen, nächst ihnen ebenfalls noch in hohem Grade der Dickdarm, während der Magen nur heftige Bewegungen macht, ohne in einen vollständigen

Tetanus zu verfallen. Starke Contractionen, jedoch meist ohne tetanisch zu werden, zeigen sich ferner im *Uterus*. Die Blase hingegen, auch wenn sie ganz gefüllt, zur Contraction also wohl mehr geneigt ist, bleibt vollständig unbeweglich. Es gewinnen wohl mitunter kürzere oder längere Zeit nach der Injection des Nicotins die gewöhnlichen rhythmischen Bewegungen der Blase so an Lebhaftigkeit, dass sie das Austreten von Urin zur Folge haben; diese erhöhte Thätigkeit ist indess ebenso an unvergifteten Thieren zu beobachten, wenn die Blase längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesen, und ist daher, wie übrigens auch schon aus dem Zeitverhältniss hervorgeht, nie auf Rechnung des Nicotins zu setzen.

Von grossem Einfluss auf diese Erscheinungen ist die Menge des in das Blut gebrachten Nicotins. Sie bestimmt zunächst den Zeitpunct des Eintritts derselben. Dieser liegt der Injection um so näher, je grösser die Dosis war. Die Contractionen treten so 9 bis 13 Secunden nach der Injection ein, jedenfalls immer beträchtlich später als die übrigen durch Erregung in den Centralorganen des Cerebrospinalsystems hervorgerufenen Erscheinungen, was sich leicht aus der anatomischen Lage der Eingeweide, in welchen, wie unten gezeigt werden wird, die Erregung selbst stattfindet, so wie aus dem Umstande, dass die in Bewegung versetzten Organe aus glatten Muskelfasern gebildet sind, erklären lässt. Ebenso ist von der Menge des angewendeten Nicotins die Stärke der Wirkung abhängig. Bei ganz kleinen Dosen, deren Einfluss auf den thierischen Körper an anderen Organen fast gar nicht zu bemerken ist, werden meist nur stärkere peristaltische Bewegungen hervorgerufen, oder die bereits bestehenden verstärkt; bei grösseren Dosen tritt ein vollständiger Tetanus ein. Man kann, wenn man das Thier inzwischen sich etwas erholen lässt, was sehr schnell zu geschehen pflegt, den Versuch in kurzer Zeit fast beliebig oft wiederholen. Es ist dieses zugleich eine

Bestätigung der Angabe TRAUBE's[1], dass das Nicotin keine cumulative Wirkung besitzt, sondern im Gegentheil eine Unempfänglichkeit für weitere Dosen desselben Giftes bedingt. Wendet man bei einer solchen Wiederholung der Nicotininjectionen nur kleine Mengen an, so tritt auch hier wieder der bereits erwähnte Fall ein, dass eine Wirkung des Nicotins nur an dem Darmcanal zu sehen ist. Mit der Grösse der Nicotindosis steht endlich auch in Zusammenhang die Dauer der Wirkung, indem diese, unter welcher zunächst nur die durch das Nicotin veranlassten Bewegungen des Darmcanals zu verstehen sind, mit jener gleichfalls an Länge zunimmt. So kommt es beispielsweise bei sehr grossen Dosen vor, dass der tetanische Zustand mehrere Minuten anhält. Dem Stadium der vermehrten Bewegung kann ein Zustand der Erschlaffung folgen. Oft aber stellen sich, ohne dass dieser eintritt, sofort peristaltische Bewegungen von gewöhnlicher Stärke ein. Ob die Thätigkeit des Herzens von Einfluss ist auf die Dauer der Nicotinwirkung, vermag ich nicht zu entscheiden. Es ist daran zu denken, dass, wenn die Vergiftung Herzstillstand bedingt, das Nicotin langsamer weggeschafft werde, wofür die lange anhaltende Wirkung des Nicotins in den Fällen, in welchen ohne Wiederherstellung des Kreislaufs der Tod erfolgt, sowie bei directer Injection des Giftes in eine Mesenterialarterie, (auf die ich später zurückkommen werde,) sprechen könnte; indess steht diesem eine andere Thatsache gegenüber, nämlich die, dass man unter Umständen den Tetanus des Darmcanals sich lösen sieht, lange bevor das Herz seine Thätigkeit wieder aufgenommen hat. In Erwägung des oft mehrere Minuten anhaltenden Tetanus lässt sich diese Erscheinung nicht einfach als eine Folge der Ermüdung erklären.

---

1) Versuche über den Einfluss des Nicotins auf die Herzthätigkeit. Vorläuf. Mittheil. Med. Centralzeitung 1862. p. 821.

Es handelt sich nun darum nachzuweisen, auf welche Weise die oben beschriebenen Vorgänge zu Stande kommen. Dass kein directer Zusammenhang zwischen ihnen und den anderen Krampferscheinungen besteht, ist nach dem Vorhergehenden zur Genüge deutlich. Schon von vornherein war es ferner unwahrscheinlich, dass sie einer Reizung der *Vagus*-Ursprünge ihre Entstehung verdankten, da auch durch die stärksten Reizungen der *Vagi* immer nur verhältnissmässig schwache Bewegungen des Magens und Darmcanals erzeugt werden. Ein einfacher Versuch bestätigte dies. Durch die Durchschneidung der *Vagi* am Hals vor der Nicotininjection wurde die Wirkung derselben nicht im Geringsten geschwächt. Dieser Versuch wurde indess ganz überflüssig durch einen anderen, welcher bewies, dass das Nicotin überhaupt auf die im Gehirn und Rückenmark liegenden Ursprünge der Darmnerven keinen bemerkbaren erregenden Einfluss besitzt. Comprimirte ich nämlich die *Aorta abdominalis* oberhalb des Abganges der Darmarterien, wobei ich natürlich eine Verletzung des Nervenzusammenhanges zwischen dem Darm und den Cerebrospinalorganen sorgfältigst vermied, und führte nun das Nicotin durch die *Vena jugularis* in das Blut ein, so war von einer Wirkung desselben auf die Darmmusculatur Nichts zu sehen. Durch einen zweiten vorher oder nachher an demselben Thiere angestellten Versuch überzeugte ich mich jedesmal, dass übrigens die normalen Verhältnisse bestanden. Mit derselben Versuchsmethode gelang es mir ferner nachzuweisen, dass auch die grossen Ganglien der Bauchhöhle durch das Nicotin nicht gereizt werden. Die Darmbewegungen blieben ebenfalls aus, wenn eine grössere oder mehrere kleinere Darmarterien comprimirt wurden, natürlich aber nur in den von den betreffenden Arterien mit Blut versehenen Darmschlingen. Ich muss betonen, dass es wesentlich ist, den Versuch mit einer grösseren oder mehreren kleineren Arterien zugleich anzustellen, um eine sonst leicht

eintretende Täuschung zu vermeiden. Der sehr starken Anastomosen zwischen den Darmarterien wegen, von denen schon öfters die Rede gewesen ist, gelangt das Gift sehr schnell auch in die scheinbar von der Circulation abgeschnittenen Gebiete des *Tractus intestinalis*, so dass man auch in ihnen, und zwar nicht sehr lange nach Beginn des Nicotintetanus in dem übrigen Darmcanal, Contractionen auftreten sieht.

Es bleiben somit nur die in dem Darme selbst gelegenen Ganglien, die Nervenenden und die Muskeln selbst übrig als Stellen, in welchen eine Erregung durch das in den Körper gebrachte Nicotin stattfinden kann. Leicht lässt sich dies auch noch zeigen durch einen Controlversuch, der Injection einer äusserst geringen Menge von Nicotin direct in eine *Arteria mesenterica*. Sofort nach derselben tritt ein äusserst heftiger, sehr lange anhaltender Tetanus der zugehörigen Darmschlingen ein. Andere Vergiftungserscheinungen beobachtet man bei diesem Versuche fast nie, wenn nur die angewendete Menge des Giftes gering ist. Indess kommt hierbei ausser der geringen Menge des Giftes noch ein zweiter Umstand in Betracht. Bis das Gift auf dem langen Wege vom Darmcanal durch Leber, Lunge u. s. w. zum Gehirn und Rückenmark gelangen könnte, vergeht immer eine gewisse Zeit, in der es wahrscheinlich bereits aus dem Blute entfernt (vielleicht in den Geweben abgelagert?) oder in demselben auf irgend eine Weise unwirksam geworden ist. Es überzeugten mich hiervon einige der oben erwähnten Experimente über Injection von Nicotin bei unterbrochener Circulation im Darmcanal. Hob ich nämlich kaum 1½ bis 2 Minuten nach der Injection die Compression der *Aorta* auf, so traten schon keine Bewegungen des Darmcanals mehr ein. Dies auffallende Phänomen lässt, da nur eine minimale Menge von Nicotin zum Hervorbringen jener Bewegungen erforderlich ist, auf ein vollständiges Verschwinden des Giftes schliessen. Eine genaue Bestimmung der Schnelligkeit

des Austritts aus dem Blute habe ich als meiner Aufgabe augenblicklich zu fern liegend nicht gemacht. Es dürfte sich wohl, ein ähnliches Verhalten vorausgesetzt, Atropin besser zu derartigen Versuchen eignen, weil man auch für die kleinsten Mengen dieses Alkaloids ein äusserst empfindliches (physiologisches) Reagens in dem Auge eines beliebigen Thieres besitzt.

Eine ganz exacte Entscheidung, auf welches der drei genannten Organe der Darmwände das Nicotin erregend wirkt, lässt sich mit den jetzigen experimentellen Hülfsmitteln nicht geben, denn leider ist es nicht möglich Theile der Darmmusculatur ohne Nervenzellen zu erhalten, indess gelingt es doch derselben wenigstens ganz nahe zu kommen. Gegen eine Wirkung des Nicotins auf die Musculatur selbst ist einzuwenden, dass nicht alle mit glatten Muskeln versehenen Organe, ich weise hier nur auf das oben über die Blase gesagte hin, an den Bewegungen sich betheiligen. (Das Verhalten des *Uterus* im Gegensatz zur Blase kann nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, wie überhaupt die Bewegungen desselben zu denen des Darmcanals in naher Beziehung stehen.) Es liesse sich nun in ähnlicher Weise wie man eine specifische Empfänglichkeit der Nervenzellen in den verschiedenen Centralorganen behauptet, auch eine solche für die Muskelfasern verschiedener Organe annehmen, indess ist eine solche Annahme bis jetzt noch keineswegs gerechtfertigt. Viel gewichtiger ist hingegen ein anderer Einwand, der für die Möglichkeit einer Einwirkung des Nicotins auf die Nervenenden erhoben werden kann. Hierfür liesse sich nämlich das verschiedene Verhalten der Nervenenden in der *Iris* gegen Calabar (Lähmung der Enden des *Sympathicus*) und Atropin (Lähmung der Enden des *Oculomotorius*), sowie das neuerdings von BIDDER[1]) speciell nachgewiesene Verhalten desselben gegen Curare (alleinige

1) A. o. a. O.

Lähmung der Enden des *Oculomotorius*) anführen. Nachdem ROSENTHAL[1]) gezeigt hat, dass die Hauptwirkung des Nicotins auf einer Erregung des Rückenmarks beruht, und ausserdem noch, jedoch in viel schwächerem Grade, auch die intramusculären Nerven (der willkürlichen Muskeln) erregt werden, ist es meines Erachtens bis auf Weiteres wohl erlaubt ein ähnliches Verhältniss auch bei den durch das Nicotin erzeugten Darmbewegungen anzunehmen, d. h. in erster Linie eine erregende Wirkung des Nicotins auf die Nervenzellen der Darmwandganglien. Dass *a priori* Nichts gegen eine derartige Annahme eingewendet werden kann, ist oben (S. 28) bereits erörtert worden. Die Annahme wird noch wahrscheinlicher bei dem Vergleich mit der Wirkung anderer Gifte auf den Darmcanal.

Die Entscheidung der zuletzt besprochenen Frage wird leider auch nicht gefördert durch Versuche an Thieren, die vorher mit Curare vergiftet worden sind, da letzteres wie bei dem Herzen, so auch bei dem Darmmuskel die Verbindung zwischen den Nervenzellen und den Muskelfasern nicht aufhebt, also wiederum die bei solchen Thieren durch Einführen von Nicotin hervorgebrachten tetanischen Contractionen des Darmes, die an Heftigkeit denen bei unvergifteten Thieren nicht nachstehen, der Erregung eines oder gleichzeitig mehrerer der in Frage stehenden Organe ihre Entstehung verdanken könnten.

Bevor wir das Nicotin verlassen, mögen hier noch einige Beobachtungen von geringerem Werthe aufgenommen werden. Ausser der erregenden Wirkung auf die Darmganglien scheintdas Nicotin analog seiner lähmenden Wirkung auf die hemmenden Fasern des *Vagus* eine solche auch auf die des *Splanchnicus* zu besitzen. Tetanisiren der *Splanchnici* ist auch auf ganz schwache Nicotincontractionen, — zu starken würde

1) Ueber die physiologische Wirkung des Nicotins. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1863. N. 47.

seine Energie, wie oben bereits ausgeführt, in gar keinem Verhältnisse stehen, — ganz ohne Einfluss. Diese Erscheinung lässt sich leicht mit einer Wirkung des Nicotins auf die Nervenzellen in Einklang bringen, wenn man annimmt, dass der *Splanchnicus* mit diesen in Verbindung steht, d. h. in ihnen endigt, nun aber bei der heftigen Action des Giftes und der durch dasselbe erzeugten Veränderung der Ganglienzellen keinen Einfluss mehr auf diese besitzt. — Es ist in der Einleitung ferner im Allgemeinen von der Untauglichkeit neugeborner Thiere zu Versuchen am Darmcanal gehandelt worden. Von derselben habe ich mich auch bei Gelegenheit dieser Untersuchung mehrfach zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Neugeborene Ratten, Katzen und Hunde sind vollständig unempfänglich gegen Nicotin. Ebenso sah ich auch nie bei Amphibien Darmbewegungen bei Vergiftung mit Nicotin eintreten.

2. Eine ähnliche Wirkung wie das Nicotin besitzt Schwefelcyankalium. Injection einer geringen Menge dieses Salzes in wässriger Lösung ruft ausser den sogleich eintretenden allgemeinen Krämpfen nach ungefähr 10 bis 15 Secunden tetanische Contractionen des Darmcanals hervor, die jedoch an Heftigkeit die bei Vergiftung mit Nicotin zu beobachtenden niemals erreichen. Wie bei letzterem Gifte, so zeigt sich auch hier an der Blase keine Spur von Contraction. Ein paar weitere Versuche lehren sofort, dass die Erregung ebenfalls in den Darmwänden stattfindet, daher denn auch die hieran zu knüpfenden Betrachtungen wesentlich dieselben sind wie bei dem Nicotin.

Stirbt das Thier in dem der Vergiftung folgenden Anfall, so constatirt man ferner wiederum fast ebenso wie bei dem Nicotin, was hier nachträglich bemerkt sei, eine lange anhaltende Reizbarkeit des Darmes, sowie des Herzens und der willkürlichen Muskeln.

3. Ganz verschieden von den Wirkungen der beiden bis jetzt besprochenen Stoffe sind die des Opium. Nach einer Richtung sind dieselben zu voller Zufriedenheit aufgeklärt, nach einer anderen indess aus mir unbekannten Gründen bis jetzt noch nicht. Es ist mir nämlich nicht möglich gewesen über die nach der Injection von Opium (1 bis 1,5 grmm. der *Tinctura opii simplex* mit Wasser verdünnt) eintretenden Bewegungen des Darmcanals in das Reine zu kommen. Meist konnte ich allerdings beobachten, dass Bewegungen (auch des *Uterus*) sich einstellten, oder die schon bestehenden lebhafter wurden, einige Male gelang mir dies indess nicht. Es liegt nahe den Grund hierfür in einer nicht immer gleichen Empfänglichkeit zu suchen, wofür mir eine andere bei Gelegenheit dieser Experimente gemachte Beobachtung zu sprechen scheint. Während in der Regel die Kaninchen ohne Krämpfe, Schreien u. dergl. in Narcose verfallen, so stellten sich einmal bei einem der Thiere Krämpfe ein und gleichzeitig stärkere Darmbewegungen, die, wie dies überhaupt ja fast nie der Fall ist, mit den Krämpfen wohl nicht in directen Zusammenhang gebracht werden können. Jedenfalls geht aus meinen Versuchen hervor, dass die erregende Wirkung des Opiums nur äusserst gering ist. Dieselbe ist möglicherweise so gering, dass sie schon durch die Thätigkeit der Hemmungsnerven paralysirt werden könnte. So wäre es denn auch denkbar, dass der Erfolg der Opiuminjection ausser von der Reizbarkeit, sei es des ganzen Thieres, sei es nur des Darmcanals auch davon abhienge, in welchem Zustande der Thätigkeit sich die *Splanchnici* befänden.

Niemals aber wird man bei opiatisirten Thieren vergeblich nach einer Erhöhung der Reizbarkeit des Darmcanals (so wie auch des *Uterus*) suchen. Berührt man kurze Zeit nach der Injection ganz sanft die Oberfläche des Darms, so bleibt die durch den Reiz der Berührung veranlasste Contraction nicht

auf diese Stelle beschränkt, oder pflanzt sich als peristaltische Bewegung fort, sondern die benachbarten Theile ziehen sich in grosser Ausdehnung und anhaltend (fast tetanisch) zusammen. Dasselbe bemerkt man, wenn das Thier heftige Bewegungen macht, welche Zerrungen von Darmschlingen zur Folge haben. Tritt in der Narcose aus irgend welcher Ursache der Tod ein, so kann man die erhöhte Reizbarkeit noch lange nach dem Tode constatiren. Es fehlt dann häufig die normal nach dem Tode sich einstellende Vermehrung in der Stärke der peristaltischen Bewegungen. Bleiben die Thiere am Leben, so kehrt sehr bald wieder ein normaler Zustand von Reizbarkeit zurück, wie überhaupt die Opiumwirkung bei Kaninchen von nur sehr kurzer Dauer ist.

Es stimmt diese Wirkung des Opiums auf den Darmcanal mit der bekannten Eigenschaft dieses Stoffes die Reflexthätigkeit überhaupt zu erhöhen, vollkommen überein. Ebenso wie wir in dem Cerebrospinalsystem eine Erhöhung der Reflexthätigkeit auf einer besonderen, nicht näher bekannten Stimmung der Nervenzellen beruhen lassen, sind wir nun auch wohl berechtigt eine derartige Wirkung des Opiums auf die Zellen der Ganglien in den Darmwandungen anzunehmen. Bei einer Vermehrung der Reizbarkeit des Muskels allein, an die man ja denken könnte, würden sicher die der Reizung folgenden Bewegungen ganz locale Beschränkungen besitzen. Die hier eintretende Ausbreitung derselben ist ohne Mitwirkung der Ganglienzellen gar nicht denkbar.

Ein Einwurf, dass eine Lähmung der *Splanchnici*, die ja möglicherweise einen hemmenden Einfluss auf die Reflexthätigkeit besitzen könnten, gleichzeitig im Spiel sei, lässt sich einfach dadurch widerlegen, dass nach der Durchschneidung dieser Nerven eine solche Erhöhung der Reizbarkeit niemals beobachtet wird, sowie durch den experimentellen Nachweis der Integrität der *Splanchnici* bei opiatisirten Thieren,

von welcher wir bereits in dem Capitel über die Physiologie des *Splanchnicus* gehandelt haben.

Ueberhaupt scheint ausser der erhöhten Reizbarkeit oder, wie wir jetzt sagen können, Reflexthätigkeit das Opium keine anderen Veränderungen zur Folge zu haben. So will ich nur erwähnen, dass Compression der *Aorta* in der Opiumnarcose, — es ist hier, um es noch einmal zu wiederholen, stets nur von den ersten Zeiten nach der Injection die Rede, — immer Bewegungen des Darmcanals nach sich zieht.

Um zu entscheiden, welches von den in dem Opium enthaltenen Alkaloiden für die eben beschriebenen Wirkungen des Opiums das wirksame Princip sei, griff ich zunächst zu dem Morphium. Ich injicirte daher einem kleinen Kaninchen 15 Minuten nach Eröffnung der Unterleibshöhle 0,025 grmm. *Morph. acet.* in wässriger Lösung in die *Vena jugularis;* nach 15 Secunden zeigte sich eine deutliche Vermehrung der Peristaltik besonders der dünnen Därme. 2 Minuten nach der Injection liess sich auch eine Erhöhung der Reizbarkeit des Darmcanals constatiren. Das Thier war stark betäubt, auf eine Reizung des centralen Endes des durchschnittenen *Splanchnicus*, die vor der Injection heftige Bewegungen veranlasste, trat kaum eine Reaction ein. — Fast dieselben Beobachtungen machte ich an einem zweiten Kaninchen, dem ebenfalls 0,025 grmm. *Morph. acet.* injicirt wurden. Die Vermehrung der Peristaltik dauerte hier nicht so lange wie in dem ersten Versuche. Die Erhöhung der Reizbarkeit betraf hauptsächlich die dünnen Därme. Vollständige Narcose trat in diesem Falle nicht ein.

Die mitgetheilten Versuche lehren also, dass Alles, was von dem Opium berichtet worden ist, eigentlich dem in ihm enthaltenen Morphium zuzuschreiben ist.

4. Ich komme nun zu einem fünften für die Physiologie der Darmbewegungen sehr wichtigen Stoffe, der sich in einiger

Beziehung dem Opium anschliesst, dem Curare. Kölliker[1]), der meines Wissens zuerst bei dem Studium der physiologischen Wirkungen des Curare auch den *Tractus intestinalis* in die Untersuchung hineingezogen hat, meldet, dass dasselbe eine lebhafte und länger als gewöhnlich anhaltende Peristaltik erzeugt. In der neuesten Zeit hat Traube[2]) in seinen Untersuchungen über die Wirkung des Curare in einer Anmerkung die Beobachtung mitgetheilt, dass bei Vergiftung eines Hundes mit Curare heftige peristaltische Bewegungen eingetreten seien. Ich habe diesen Versuch mehrmals an Kaninchen wiederholt. Injicirte ich sofort nach Oeffnung der Bauchhöhle Curare in das Blut, so sah ich meist sehr bald äusserst lebhafte, alle Theile des Nahrungsschlauches umfassende peristaltische Bewegungen (dabei auch Kothabgang) eintreten, die besonders bei künstlicher Respiration sehr lange anhielten, in einigen wenigen Fällen kam indess eine vermehrte Bewegung nicht zur Beobachtung. Kölliker theilt nun weiter mit, dass Reizung der *Splanchnici* ohne allen Einfluss auf diese Bewegungen sei. Es ist leicht begreiflich, wie man sich durch diese Angabe bewegen lassen konnte, in der Lähmung der *Splanchnici* die Ursache der gesteigerten Peristaltik zu suchen. Ich will hier nicht wieder erörtern, wie schon die längst bekannte Thatsache, dass die Durchschneidung der *Splanchnici* niemals unmittelbar eine Erhöhung in der Stärke der peristaltischen Bewegungen zur Folge hat, gegen eine derartige Annahme sprechen musste, und auch nicht auf das Verhalten der *Splanchnici* gegen Curare überhaupt noch einmal eingehen, sondern nur noch als Beweis für eine directe Einwirkung des Curare — höchst wahrscheinlich wieder auf die Ganglienzellen — einen experimentellen Beleg bringen. Ich habe wiederholt consta-

1) Physiol. Unters. über die Wirkung einiger Gifte u. s. w.

2) Versuche über den Einfluss des Worara-Giftes auf die Herzthätigkeit. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1863. N. 5. p. 67.

tirt, dass das Einführen von Curare in das Blut ganz erfolglos ist in Beziehung auf den Darmcanal, wenn man auf die mehrfach erwähnte Weise durch Verschluss der Arterien eine Berührung des Giftes mit dem Darme verhindert.

Gehen wir nun über zu einer anderen Seite der Curarewirkungen. Jedesmal wenn ich ein Thier mit Curare vergiftet hatte, fiel mir, gleichgültig unter welchen Verhältnissen (Tod oder künstliche Athmung) das Thier sich befand, eine enorm gesteigerte Reizbarkeit des Intestinalrohres, besonders des Dünndarmes auf, welche an Stärke die bei der Opiatisirung beobachtete gleiche Erscheinung meist übertraf, jedenfalls viel länger als diese anhielt. Nachträglich erfuhr ich aus der Dissertation von F. Martin, dass auch er bereits ein solches Verhalten des Darmcanals bei Vergiftung mit Curare bemerkt hat, wie aus der von ihm mitgetheilten ganz passenden Beschreibung hervorgeht. Der genannte Beobachter sagt nämlich: — »es zieht sich die gereizte Stelle eng zusammen und diese Zusammenziehung schreitet fort, sowohl peristaltisch, als antiperistaltisch, jedoch nicht in der Form der Welle, sondern so, dass neue Theile des Darmes in Zusammenziehung gerathen, während die hinteren, zuerst in die Contraction verfallenen, noch nicht wieder herausgetreten sind, so dass man oft lange Darmstücke ganz zusammengezogen, bis zur Dicke eines Spulwurmes etwa, erhält.« Der Zusammenhang zwischen dieser Erscheinung und dem Curare scheint dem Verfasser indess nicht vollständig klar geworden zu sein. Es ist wohl kaum nöthig zu wiederholen, was bereits oben im Allgemeinen von den Wirkungen des Curare auf den Darm erklärt worden ist, dass diese erhöhte Reizbarkeit ebenso wenig wie bei dem Opium zu beobachten ist, wenn die zu dem Darme führenden Gefässe während und einige Zeit nach der Injection verschlossen sind. Die Beweisführung, dass das Curare auf die Darmwandganglien wirke, ist daher ganz dieselbe wie bei dem Opium.

Bei den bereits bestehenden (durch das Curare erzeugten) starken Bewegungen ist es begreiflich, dass nur sehr heftige Reizungen der Darmwandganglien noch einen sichtbaren Erfolg haben können. So ist z. B. eine temporäre Compression der *Aorta* meist ohne Einfluss. Von der Wirkung des Nicotin bei Curarevergiftung ist bereits die Rede gewesen. Da das Strychnin überhaupt, wie später gezeigt werden wird, auf den Darmcanal ganz ohne Einfluss ist, so ist über die Wirkungslosigkeit einer Strychnininjection nach vorgängiger Curarevergiftung natürlich Nichts weiter zu bemerken.

5. Zu den Stoffen die die Darmbewegung anregen, gehört ferner Digitalin. Auf Injectionen von tödtlichen Dosen eines sehr starken *Infusum herbae digitalis*, die ich einige Male bei Thieren, welche zuvor zu anderen Versuchen gedient, gemacht habe, sah ich jedesmal Contractionen des ganzen Darmcanals vom Magen bis zum *Rectum* sich einstellen. Ich habe dieselben indess nicht näher verfolgt.

6. Auch über die erregende Wirkung der Senna, die ich als einen Repräsentanten der *Laxantia* gelegentlich in Form eines starken Infuses in das Blut einführte, habe ich als meiner Aufgabe augenblicklich zu fern liegend keine eingehenderen Studien gemacht. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die unzweifelhaft durch die Senna erzeugten Bewegungen vorzugsweise den Dickdarm, in geringerem Grade auch den Dünndarm betreffen.

7. Endlich sei hier noch einiger Experimente gedacht, die mit Upas Antiar angestellt worden sind. Nur weil Upas Antiar noch ein verhältnissmässig seltenes Gift ist, und die darüber vorhandenen Mittheilungen sehr spärlich sind, mögen diese Versuche einer näheren Besprechung gewürdigt werden, als sie es nach ihren Resultaten verdienten[1]).

1) Eine vorläufige Mittheilung meiner Versuche über die Wirkung des Upas Antiar auf den Darmcanal findet sich schon in der Dissertation

I. Einem 7 Tage alten Hunde werden 4 milligrmm. Upas Antiar in wässriger Lösung in eine *Vena jugularis* injicirt. 4 Minuten nach der Injection (2 Minuten nach Eintreten des Herzstillstandes) bleiben alle Versuche, auch bei den stärksten Reizungen, den inzwischen blossgelegten Darmcanal zu Contractionen zu veranlassen vergeblich, nur der Magen reagirt noch während einiger Minuten, jedoch äusserst schwach.

II. Einem ausgewachsenen weiblichen Pinscherhunde werden allmählich im Verlauf von 5 Minuten 12 milligrmm. Upas Antiar injicirt, 23 Minuten nach Beginn der Injectionen erfolgt Erbrechen und Kothabgang. 22 Minuten später (inzwischen ist das Thier gestorben) wird die Unterleibshöhle geöffnet. Das Verhalten des Darmcanals ist im Wesentlichen wie bei dem ersten Versuch. Auch der *Uterus* besitzt keine Spur mehr von Reizbarkeit.

Die nun folgenden Versuche sind sämmtlich an Kaninchen angestellt.

III. Injection von 7 milligrmm. Upas Antiar. Nach 6 Minuten wird die Bauchhöhle geöffnet (1 Minute zuvor Herzstillstand). Der Magen ist in lebhafter Bewegung, ausserdem nichts Ungewöhnliches zu bemerken. Die Abnahme der Reizbarkeit ist ungleichmässig; wie es scheint, verschwindet dieselbe später in den mehr bedeckten Theilen. Nach 5 Minuten ist kein Theil des Darmcanals mehr reizbar.

IV. Bei Oeffnung der Unterleibshöhle 5 Minuten nach der Injection von 9 milligrmm. Up. Ant. (1 Minute nach dem Aufhören der Herzschläge) sind starke peristaltische Bewegungen des Magens und Darmcanals zu beobachten, nach 20 Minuten Abnahme der Reizbarkeit des Darmcanals; nach

---

von ALFERMANN: Einige Untersuchungen über die physiologische Wirkung des javanischen Pfeilgiftes (Upas Antiar). Marburg, 1865.

30 Minuten ist dieselbe ganz verschwunden. Die Blase contrahirt sich noch einige Zeit auf Reize.

V. Injection von 8 Milligramm Up. Ant. (Nach 2 Minuten steht das Herz still). Magen und Darm sind 8 Minuten nach der Injection in lebhafter Bewegung; stellenweise sehr starke Contractionen von Darmschlingen. 32 Minuten später ist kein Theil des Darmcanals mehr reizbar.

VI. Bei geöffneter Bauchhöhle und gleichzeitiger Compression der *Aorta* unterhalb des Zwerchfells werden 16 Milligramm Up. Ant. in das Blut gespritzt. (2 Minuten nach der Einspritzung hören die Herzbewegungen auf). Die Bewegungen des Darmes sind und bleiben schwach. Die Reizbarkeit erhält sich ungefähr 40 Minuten lang. (Es ist hier jedoch zu bemerken, dass an demselben Thiere bereits Versuche mit den *Nervi splanchnici* angestellt waren, die Eingeweide daher schon längere Zeit blosslagen).

VII. Injection von 8 Milligramm Up. Ant. (6 Minuten nach der Injection kein Herzschlag mehr). Die Injection hat Contractonen des Darmcanals zur Folge, an denen sich jedoch einige Theile desselben, deren Arterien verschlossen sind, nicht betheiligen. Zwischen diesen vor Berührung mit dem Gifte bewahrten Darmschlingen und den anderen Theilen des Intestinalrohres ist ein Unterschied in der Abnahme der Reizbarkeit nicht zu bemerken.

Mit Sicherheit lässt sich aus diesen Versuchen nur schliessen, hauptsächlich aus den Versuchen III, IV, V, VII, dass die Einführung von Upas Antiar in den thierischen Körper zunächst eine erhöhte Thätigkeit des Darmcanals zur Folge hat, wenn sich auch nicht leugnen lässt, dass für einen Theil derselben in der aufgehobenen Circulation die Ursache zu suchen ist. Aus der Kothentleerung des Hundes in Versuch II, — die erste Wirkung des Upas Antiar ist in den Versuchen I und II gar nicht beobachtet worden, — darf man wohl abnehmen, dass dieser Satz

auch für die *Carnivoren* Gültigkeit hat. Die Versuche VI und VII zeigen die Entstehung der vermehrten Peristaltik durch eine directe Reizung des Darmcanals (der Ganglien?) selbst. Zweitens vernichtet das Upas Antiar die Reizbarkeit der Bauchorgane, und zwar zuerst des Darmcanals (exclus. Magen) und des *Uterus,* und erst später auch der Blase. Einen schlagenden Beweis hierfür liefern die beiden an Hunden angestellten Experimente. Unerklärlich ist bis jetzt das Verhalten des Darmcanals bei den Kaninchen. Vielleicht gelänge es durch noch grössere Dosen auch die Erregbarkeit in kürzerer Zeit aufzuheben.

Bis zu diesem Puncte ist nur von Stoffen gehandelt worden, die alle mehr oder weniger eine Wirkung auf die Bewegungsorgane des *Tractus intestinalis* hatten; es sollen nun hier noch einige Stoffe besprochen werden, die obgleich sie sonst nicht zu den indifferenten gehören, — ich meine das Caffein und das Strychnin — vollständig wirkungslos sind.

9. Das Caffein wurde in die Untersuchung hineingezogen, weil dem Kaffee eine stuhlbefördernde Wirkung zugeschrieben zu werden pflegt. Einem ausgewachsenen Kaninchen wurden deshalb 0,2 grmm. *Caffeinum purum* in die *Vena jugularis* injicirt; nach 30 Secunden stellte sich ein starker, 1 Minute anhaltender Tetanus ein, dann heftiges Zittern, mit tetanischen Streckungen mehrere Minuten lang abwechselnd. Während dieser ganzen Zeit setzte der Darmcanal seine übrigens ziemlich schwachen Bewegungen unverändert fort. Jene erwähnte Eigenschaft des Kaffees konnte also keinenfalls ihre Ursache in dem Caffein haben, sondern es mussten, ihr Bestehen vorausgesetzt, die bei dem Rösten des Kaffees entstehenden empyreumatischen Producte dieselbe dem Kaffee verleihen. Dass diese Annahme richtig war, lehrte ein Versuch, in welchem ich einem Kaninchen einige Tropfen eines sehr starken Aufgusses von frisch geröstetem Kaffee in das Blut injicirte. Die Injec-

tion rief nebst schwachen Krämpfen des Thieres selbst eine kurz dauernde tetanische Zusammenziehung des ganzen Darmcanals hervor. 25 Minuten später wurde die Injection wiederholt mit einer etwas geringeren Menge: 10 Secunden nach derselben traten ebenfalls heftige Contractionen der Gedärme auf.

10. Von grösserem Interesse ist das Strychnin. Ueber seine Wirkung auf die Darmmusculatur habe ich in der Literatur nur eine einzige Angabe gefunden, nämlich bei F. Martin, welcher die Folgen einer Injection von Strychnin mit diesen Worten beschreibt: »— mit dem ersten Auftreten von allgemeinem Tetanus geriethen die Därme plötzlich in eine augenscheinlich lebhaftere Bewegung, und sowohl die dünnen, als die dicken Därme contrahirten sich in ihrer ganzen Länge, und zwar zu der grösstmöglichsten Enge.« Da schon der erste von mir mit Strychnin angestellte Versuch ein hiervon ganz abweichendes Resultat ergab, so habe ich denselben verschiedene Male an Kaninchen und Hunden wiederholt, und zwar immer mit gleichem Erfolge. Auch bei dem heftigsten Tetanus der vergifteten Thiere habe ich niemals auch nur die geringste Veränderung an den Darmbewegungen wahrgenommen. Ohne daher auf die von F. Martin aus seinen Experimenten gezogenen Schlüsse und die Erklärung der Strychninwirkung hier näher einzugehen, muss ich mich einfach dahin aussprechen, dass das Strychnin ganz analog seinem Verhalten gegen das Herz so wie gegen niedere, also rückenmarkslose Thiere (cf. Bernard Leçons sur les effets des substances toxiques etc.), ebenso wenig auf die Ganglien der Darmwand als auf die Ursprünge der Darmnerven in den Cerebrospinalorganen, was F. Martin anzunehmen scheint, wirkt. Ich verweise hierbei auf den bereits mitgetheilten mit diesem Satze vollständig in Einklang stehenden negativen Erfolg der Strychnininjection nach vorgängiger Vergiftung mit Curare.

Treten überhaupt nach dem Einführen eines giftig wirken-

den Stoffes gleichzeitig mit heftigen Bewegungen (Krämpfen, Tetanus) des Thieres Darmbewegungen auf, so kann man, wenn nicht besonders starke Zerrungen der Eingeweide stattfinden, die übrigens durch eine passende Lagerung des Thieres stets vermieden werden können und müssen, meiner Ansicht nach, welche sich auf die mitgetheilten Beobachtungen stützt, schon von vornherein mit fast absoluter Sicherheit auf eine gleichzeitige Erregung der Darmwandganglien schliessen. — Ebenso wenig wie Strychninkrämpfe haben andere Convulsionen, sie mögen hervorgerufen werden durch was es sei, jemals einen direct fördernden oder hindernden Einfluss auf die Darmbewegungen, worauf bereits von Betz[1]) hingewiesen ist. Es ist ja auch bekannt aus der Physiologie der Darmnerven, dass von keiner Stelle des Gehirns oder Rückenmarks, die Ursprünge des *Vagus* ausgenommen, Bewegungen des Darmcanals von einiger Stärke erzeugt werden können.

11. Im Anschluss an die bis dahin besprochenen giftigen Stoffe wollen wir endlich noch den Einfluss der Kohlensäure auf das Bewegungsorgan des Darmcanals kurz in Betrachtung ziehen, über welchen von den Autoren ganz widersprechende Ansichten ausgesprochen worden sind. So behauptet Brown-Sequard[2]), dass die Kohlensäure die Peristaltik anrege, während Schiff[3]) in demselben Jahre jeden Einfluss derselben leugnet. Ebenso berichtet Betz, dass bei Thieren, die durch Strangulation getödtet werden, auch nach dem Tode die Darmbewegungen sehr träg sind. Eine ähnliche Beobachtung ist, um dies beiläufig zu erwähnen von Kehrer[4]) gemacht worden. A. Krause[5]) meldet, dass er von Injectionen von Kohlensäure

1) A. o. a. O.
2) Gazette médicale de Paris. 1851. p. 645.
3) A. o. a. O.
4) A. o. a. O.
5) A. o. a. O.

oder von mit Kohlensäure beladenem Blute in die Darmarterien gar keine Wirkungen gesehen hat. Er leugnet infolge dessen einen erregenden Einfluss der Kohlensäure, trotzdem er bei Sistirung der Athmung starke peristaltische Bewegungen bald nach Beginn der allgemeinen Krämpfe eintreten sah, die sobald das Thier bei Freigeben der Athmung sich wieder erholte, aufhörten. Nach meinen Versuchen, in denen ich bei Verschluss der *Trachea* niemals Bewegungen beobachten konnte, muss ich das Resultat des zuletzt erwähnten Experimentes von KRAUSE für ein zufälliges halten. Ich setze einen meiner Versuche als Beispiel hierher.

Einem Kaninchen wird um 1^h 50′ die *Trachea* geöffnet, eine Kanüle in dieselbe gebunden. 2^h 24′ wird die Unterleibshöhle geöffnet. Die Darmbewegung ist fast Null. 2^h 26—27½′ Verschluss der Tracheakanüle. Nach ungefähr 45′ treten heftige allgemeine Krämpfe auf, die Bewegung der Därme bleibt dieselbe. — Nachdem inzwischen einige andere Beobachtungen an dem Thiere angestellt sind, wird von 3^h 31—33′ die Kanüle wieder verschlossen. Nach 45″ wiederum Unruhe. Dann die heftigsten Convulsionen, wobei die Därme in die Höhe geschleudert werden. Trotzdem zeigt sich keine abnorme Bewegung derselben.

Dasselbe habe ich an anderen Kaninchen beobachtet, bei welchen die Kanüle bis zu 2½′ verschlossen blieb. Ebenso wenig sah ich Bewegungen eintreten oder dieselben sich verstärken, wenn ich bei curarisirten Thieren die künstliche Athmung einige Zeit sistirte. Mit Entschiedenheit muss auch ich daher eine erregende Wirkung der Kohlensäure in Abrede stellen. Die nach dem Tode durch Erstickung nicht selten sich einstellenden peristaltischen Bewegungen verdanken ihre Entstehung einem anderen erregenden Momente, nämlich der Anämie, (Arterien und Capillaren werden ja, sobald Herzstillstand eingetreten ist, fast leer, das Blut sammelt sich in

den Venen,) dessen Auftreten man übrigens leicht hindern kann. Lässt man nämlich das Thier ersticken und dabei gleichzeitig das Blut und so auch die Kohlensäure sich anhäufen, etwa durch Compression der *Vena portarum* kurz vor dem Sinken der Herzthätigkeit, so tritt der von Betz beobachtete Fall ein: die Bewegungen des Darmcanals nach dem Tode bleiben ganz aus, oder sind nur schwach, da der lähmende Einfluss der zurückgehaltenen Kohlensäure überwiegt. Ein weiterer Beweis für die lähmende Wirkung der Kohlensäure ist bereits in dem oben erörterten Versuche über Compression der *Vena portarum* bei dem lebenden Thiere gebracht worden, den ich als leicht verständlich wohl hier nicht noch einmal anzuführen brauche. Analog dem übrigen Verhalten der Kohlensäure muss man nun wohl annehmen, dass die Kohlensäure sowohl die Ganglienzellen, als auch gleichzeitig die Nervenfasern und die Musculatur des Darmcanals lähmt.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.






LANE MEDICAL LIBRARY
To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.
F156
N26
1866
Nasse, Otto
... Physiologie der
bewegung.
NAME
DATE

